

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月31日
Date of Application:

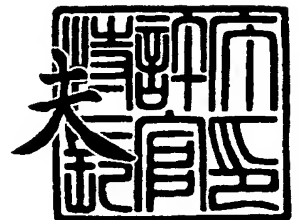
出願番号 特願2003-096742
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-096742]

出願人 新科實業有限公司
Applicant(s):

2003年 8月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3064566

【書類名】 特許願

【整理番号】 0124

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 05/31

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県佐久市小田井 5 4 3

 【氏名】 的野 直人

【特許出願人】

 【識別番号】 500393893

 【氏名又は名称】 新科實業有限公司

【代理人】

 【識別番号】 100109656

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三反崎 泰司

【代理人】

 【識別番号】 100098785

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 019482

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁束を発生させる薄膜コイルと、

この薄膜コイルにおいて発生した磁束を、所定の媒体進行方向に進行する記録媒体に向けて放出する磁極先端部分を有する磁極層と

を備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記磁極層の平面形状に対応する平面形状を有するように、第 1 のフォトリジスト層をパターン形成する第 1 の工程と、

この第 1 のフォトリジスト層およびその周辺領域を覆うように、第 1 のギャップ層を形成する第 2 の工程と、

この第 1 のギャップ層を覆うように、第 2 のフォトリジスト層を形成する第 3 の工程と、

少なくとも前記第 2 のフォトリジスト層および前記第 1 のギャップ層をエッチングして途中まで掘り下げることにより、前記第 1 のフォトリジスト層を露出させる第 4 の工程と、

前記第 1 および第 2 のフォトリジスト層を除去することにより、その第 1 のフォトリジスト層が除去された領域に、前記第 1 のギャップ層により囲まれた磁極形成予定領域を形成する第 5 の工程と、

この磁極形成予定領域に、前記記録媒体に対向する記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在するように、前記磁極層をパターン形成する第 6 の工程と、

この磁極層上に、第 2 のギャップ層をパターン形成することにより、これらの第 1 および第 2 のギャップ層により前記媒体進行方向における媒体流出方向とこの媒体流出方向に直交する 2 つの側方向との 3 方向から前記磁極層を囲い込む第 7 の工程と、

前記第 1 および第 2 のギャップ層上に、前記記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在すると共に前記 3 方向から前記磁極層のうちの前記磁極先端部分を囲い込むように、磁気遮蔽層をパターン形成する第 8 の工程と

を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 2】 さらに、前記第 1 の工程の前に、
めっき処理を行うためのシード層をパターン形成する第 9 の工程を含み、
前記第 1 の工程において、前記シード層上に前記第 1 のフォトリソ層を形成し、

前記第 5 の工程において、前記磁極形成予定領域に前記シード層を露出させ、
前記第 6 および第 7 の工程において、前記シード層を使用してめっき膜を成長させることにより、前記磁極層および前記第 2 のギャップ層を形成することを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 3】 前記第 9 の工程が、
前駆シード層を形成する工程と、
この前駆シード層をエッチングしてパターニングすることにより、前記シード層を形成する工程と
を含むことを特徴とする請求項 2 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 4】 前記シード層の輪郭が、前記磁極層の輪郭よりも大きくなるようにする
ことを特徴とする 2 または請求項 3 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 5】 前記第 1 の工程が、
前記磁極先端部分よりも大きな幅を有する部分を含むように前駆フォトリソ層を形成する工程と、
この前駆フォトリソ層をアッシングして、前記磁極先端部分よりも大きな幅を有する部分の幅を狭めることにより、前記第 1 のフォトリソ層を形成する工程と
を含むことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 6】 前記第 2 の工程において、
前記第 1 のギャップ層の厚さを $0.1 \mu\text{m}$ 以下にする
ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 前記第 4 の工程において、

イオンミリングを使用し、前記第 2 のフォトリソ層の延在面に対して直交する方向と 65° 以上 70° 以下の範囲内の角度をなす方向からイオンビームを照射しながらエッチングを行う

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 8】 前記第 4 の工程において、

前記第 5 の工程において形成される前記磁極形成予定領域の深さが前記磁極層の厚さよりも大きくなるように、前記第 1 のギャップ層をエッチングする

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 9】 前記第 8 の工程が、

前記磁極形成予定領域における前記第 2 のギャップ層上に、前記シード層を使用してめっき膜を成長させることにより、前記記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在するように、前記磁気遮蔽層の一部をなす第 1 の磁気遮蔽層部分を形成する工程と、

前記第 1 のギャップ層および前記第 1 の磁気遮蔽層部分上に、前記記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在すると共に前記 3 方向から前記磁極先端部分を囲い込むように、前記磁気遮蔽層の他の一部をなす第 2 の磁気遮蔽層部分を形成することにより、前記第 1 および第 2 の磁気遮蔽層部分を含む前記磁気遮蔽層を形成する工程と

を含むことを特徴とする請求項 2 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 前記磁極層を、前記記録媒体をその表面と直交する方向に磁化させるための磁束を放出するようにする

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 9 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 磁束を発生させる薄膜コイルと、

この薄膜コイルにおいて発生した磁束を、所定の媒体進行方向に進行する記録媒体に向けて放出する磁極先端部分を有する磁極層と

を備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記磁極先端部分の平面形状に対応する平面形状を有するように、第1のフォトリソ層をパターン形成する第1の工程と、

この第1のフォトリソ層およびその周辺領域を覆うように、第1のギャップ層を形成する第2の工程と、

この第1のギャップ層を覆うように、第2のフォトリソ層を形成する第3の工程と、

少なくとも前記第2のフォトリソ層および前記第1のギャップ層をエッチングして途中まで掘り下げることにより、前記第1のフォトリソ層を露出させる第4の工程と、

前記第1および第2のフォトリソ層を除去することにより、その第1のフォトリソ層が除去された領域に、前記第1のギャップ層により囲まれた磁極先端形成予定領域を形成する第5の工程と、

この磁極先端形成予定領域に、前記記録媒体に対向する記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在するように、前記磁極先端部分をパターン形成する第6の工程と、

この磁極先端部分上に、第2のギャップ層をパターン形成することにより、これらの第1および第2のギャップ層により前記媒体進行方向における媒体流出方向とこの媒体流出方向に直交する2つの側方向との3方向から前記磁極先端部分を囲い込む第7の工程と、

前記第1および第2のギャップ層上に、前記記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在すると共に前記3方向から前記磁極先端部分を囲い込むように、磁気遮蔽層をパターン形成する第8の工程と

を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】 磁束を発生させる薄膜コイルと、

この薄膜コイルにおいて発生した磁束を所定の媒体進行方向に進行する記録媒体に向けて放出する磁極先端部分を有すると共に、前記記録媒体に対向する記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在する磁極層と、

前記媒体進行方向における媒体流出方向に直交する2つの側方向において、前

記磁極層に隣接するように配設された第1のギャップ層と、

前記媒体流出方向において、前記磁極層に隣接するように配設された第2のギャップ層と、

前記記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在すると共に、前記第1および第2のギャップ層を介して前記媒体流出方向と前記2つの側方向との3方向から前記磁極層のうちの前記磁極先端部分を囲い込むように配設された磁気遮蔽層と

を備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項13】 磁束を発生させる薄膜コイルと、

この薄膜コイルにおいて発生した磁束を所定の媒体進行方向に進行する記録媒体に向けて放出する磁極先端部分を有すると共に、前記記録媒体に対向する記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在する磁極層と、

前記媒体進行方向における媒体流出方向に直交する2つの側方向において、前記磁極先端部分に隣接するように配設された第1のギャップ層と、

前記媒体流出方向において、前記磁極先端部分に隣接するように配設された第2のギャップ層と、

前記記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在すると共に、前記第1および第2のギャップ層を介して前記媒体流出方向と前記2つの側方向との3方向から前記磁極先端部分を囲い込むように配設された磁気遮蔽層と

を備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、少なくとも記録用の誘導型磁気変換素子を備えた薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に係り、特に、磁極層から放出された磁束の広がりを防止するためのライトシールド層を備えた薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、例えばハードディスクなどの磁気記録媒体（以下、単に「記録媒体」と

いう。)の面記録密度の向上に伴い、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドの記録方式としては、例えば、信号磁界の向きを記録媒体の面内方向(長手方向)にする長手記録方式や、信号磁界の向きを記録媒体の面と直交する方向にする垂直記録方式が知られている。現在のところは長手記録方式が広く利用されているが、面記録密度の向上に伴う市場動向を考慮すれば、今後は長手記録方式に代わり垂直記録方式が有望視されるものと想定される。なぜなら、垂直記録方式では、高い線記録密度を確保可能な上、記録済みの記録媒体が熱揺らぎの影響を受けにくいという利点を得られるからである。

【0 0 0 3】

垂直記録方式の薄膜磁気ヘッドは、例えば、磁束を発生させる薄膜コイルと、この薄膜コイルにおいて発生した磁束を記録媒体に向けて放出する磁極層と、この磁極層から放出された磁束の広がりを防止するためのライトシールド層(磁気遮蔽層)とを備えている。この種の薄膜磁気ヘッドとしては、例えば、磁極層のトレーリング側(媒体流出側)にライトシールド層が配設されたものが知られている(例えば、特許文献1および2参照。)。また、例えば、磁束の広がりをより効果的に防止するために、トレーリング方向とこのトレーリング方向に直交する2つの側方向との3方向から磁極層を囲い込むようにライトシールド層が配設されたものも知られている(例えば、特許文献3参照。)。これらの薄膜磁気ヘッドでは、磁束の広がり防止に基づいて記録媒体上の記録トラック幅が狭まるため、記録密度が向上するという利点を得られる。

【0 0 0 4】

【特許文献1】

特開平05-325137号公報

【特許文献2】

特開平06-236526号公報

【特許文献3】

米国特許第4656546号明細書

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、垂直記録方式の薄膜磁気ヘッドの普及を図るためには、量産性を考慮して製造プロセスを可能な限り容易にする必要がある。しかしながら、トレーリング方向と2つの側方向との3方向から磁極層を囲い込むようにライトシールド層が配設された従来の薄膜磁気ヘッドでは、磁束の広がり防止の観点において極めて優れている一方で、その製造プロセスが困難である上、製造上の加工精度が十分でないという問題があった。このため、この種の薄膜磁気ヘッドを製造するに当たり、容易かつ高精度な製造プロセスの確立が望まれている。

【0006】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、媒体流出方向とこの媒体流出方向に直交する2つの側方向との3方向から磁極層を囲い込むように磁気遮蔽層が配設された薄膜磁気ヘッドを容易かつ高精度に製造することが可能な薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0007】

また、本発明の第2の目的は、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を使用して製造された薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の観点に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁束を発生させる薄膜コイルと、この薄膜コイルにおいて発生した磁束を、所定の媒体進行方向に進行する記録媒体に向けて放出する磁極先端部分を有する磁極層とを備えた薄膜磁気ヘッドを製造する方法であり、磁極層の平面形状に対応する平面形状を有するように、第1のフォトリソ層をパターン形成する第1の工程と、この第1のフォトリソ層およびその周辺領域を覆うように、第1のギャップ層を形成する第2の工程と、この第1のギャップ層を覆うように、第2のフォトリソ層を形成する第3の工程と、少なくとも第2のフォトリソ層および第1のギャップ層をエッチングして途中まで掘り下げることにより、第1のフォトリソ層を露出させる第4の工程と、第1および第2のフォトリソ層を除去することにより、その第1のフォトリソ層が除去された領域に、第1のギャップ層により囲まれた磁極形成予定領域を形成する第5の工程と、この磁極形成予定領

域に、記録媒体に対向する記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在するように、磁極層をパターン形成する第6の工程と、この磁極層上に、第2のギャップ層をパターン形成することにより、これらの第1および第2のギャップ層により媒体進行方向における媒体流出方向とこの媒体流出方向に直交する2つの側方向との3方向から磁極層を囲い込む第7の工程と、第1および第2のギャップ層上に、記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在すると共に3方向から磁極層のうちの磁極先端部分を囲い込むように、磁気遮蔽層をパターン形成する第8の工程とを含むようにしたものである。

【0009】

本発明の第1の観点に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、第1のギャップ層により囲まれた磁極形成予定領域に磁極層および第2のギャップ層が形成され、これらの第1および第2のギャップ層により磁極層が3方向から覆われたのち、第1および第2のギャップ層部分上に、3方向から磁極層のうちの磁極先端部分を囲い込むように磁気遮蔽層が形成される。

【0010】

本発明の第2の観点に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁束を発生させる薄膜コイルと、この薄膜コイルにおいて発生した磁束を、所定の媒体進行方向に進行する記録媒体に向けて放出する磁極先端部分を有する磁極層とを備えた薄膜磁気ヘッドを製造する方法であり、磁極先端部分の平面形状に対応する平面形状を有するように、第1のフォトリソ層をパターン形成する第1の工程と、この第1のフォトリソ層およびその周辺領域を覆うように、第1のギャップ層を形成する第2の工程と、この第1のギャップ層を覆うように、第2のフォトリソ層を形成する第3の工程と、少なくとも第2のフォトリソ層および第1のギャップ層をエッチングして途中まで掘り下げることにより、第1のフォトリソ層を露出させる第4の工程と、第1および第2のフォトリソ層を除去することにより、その第1のフォトリソ層が除去された領域に、第1のギャップ層により囲まれた磁極先端形成予定領域を形成する第5の工程と、この磁極先端形成予定領域に、記録媒体に対向する記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在するように、磁極先端部分をパターン形成する第6の工程と、この磁極

先端部分上に、第2のギャップ層をパターン形成することにより、これらの第1および第2のギャップ層により媒体進行方向における媒体流出方向とこの媒体流出方向に直交する2つの側方向との3方向から磁極先端部分を囲い込む第7の工程と、第1および第2のギャップ層上に、記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在すると共に3方向から磁極先端部分を囲い込むように、磁気遮蔽層をパターン形成する第8の工程とを含むようにしたものである。

【0011】

本発明の第2の観点に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、第1のギャップ層により囲まれた磁極先端形成予定領域に磁極先端部分および第2のギャップ層が形成され、これらの第1および第2のギャップ層により磁極先端部分が3方向から覆われたのち、第1および第2のギャップ層部分上に、3方向から磁極先端部分を囲い込むように磁気遮蔽層が形成される。

【0012】

本発明の第1の観点に係る薄膜磁気ヘッドは、磁束を発生させる薄膜コイルと、この薄膜コイルにおいて発生した磁束を所定の媒体進行方向に進行する記録媒体に向けて放出する磁極先端部分を有すると共に、記録媒体に対向する記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在する磁極層と、媒体進行方向における媒体流出方向に直交する2つの側方向において、磁極層に隣接するように配設された第1のギャップ層と、媒体流出方向において、磁極層に隣接するように配設された第2のギャップ層と、記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在すると共に、第1および第2のギャップ層を介して媒体流出方向と2つの側方向との3方向から磁極層のうちの磁極先端部分を囲い込むように配設された磁気遮蔽層とを備えるようにしたものである。

【0013】

本発明の第1の観点に係る薄膜磁気ヘッドでは、2つの側方向において磁極層に隣接する第1のギャップ層と、媒体流出方向において磁極層に隣接する第2のギャップ層と、第1および第2のギャップ層を介して媒体流出方向と2つの側方向との3方向から磁極層のうちの磁極先端部分を囲い込む磁気遮蔽層とを備えるため、本発明の第1の観点に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法を使用して本薄膜磁

気ヘッドを製造可能となる。

【0014】

本発明の第2の観点に係る薄膜磁気ヘッドは、磁束を発生させる薄膜コイルと、この薄膜コイルにおいて発生した磁束を所定の媒体進行方向に進行する記録媒体に向けて放出する磁極先端部分を有すると共に、記録媒体に対向する記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在する磁極層と、媒体進行方向における媒体流出方向に直交する2つの側方向において、磁極先端部分に隣接するように配設された第1のギャップ層と、媒体流出方向において、磁極先端部分に隣接するように配設された第2のギャップ層と、記録媒体対向面からこの面と離れる方向に延在すると共に、第1および第2のギャップ層を介して媒体流出方向と2つの側方向との3方向から磁極先端部分を囲い込むように配設された磁気遮蔽層とを備えるようにしたものである。

【0015】

本発明の第2の観点に係る薄膜磁気ヘッドでは、2つの側方向において磁極先端部分に隣接する第1のギャップ層と、媒体流出方向において磁極先端部分に隣接する第2のギャップ層と、第1および第2のギャップ層を介して媒体流出方向と2つの側方向との3方向から磁極先端部分を囲い込む磁気遮蔽層とを備えるため、本発明の第2の観点に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法を使用して本薄膜磁気ヘッドを製造可能となる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0017】

まず、図1～図3を参照して、本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの構成について説明する。図1は薄膜磁気ヘッドの断面構成を表しており、(A)はエアベアリング面20に平行な断面を示し、(B)はエアベアリング面20に垂直な断面を示している。図2は図1に示した薄膜磁気ヘッドの主要部の平面構成を表し、図3は主要部の斜視構成を表している。なお、図1に示した上向きの矢印Bは、薄膜磁気ヘッドに対して記録媒体（図示せず）が相対的に進行する方

向（媒体進行方向）を表している。

【0018】

以下の説明では、図1～図3中に示したX軸方向の距離を「幅」、Y軸方向の距離を「長さ」、Z軸方向の距離を「厚さ、高さまたは深さ」と表記する。また、Y軸方向のうちのエアベアリング面20に近い側を「前側または前方」、その反対側を「後側または後方」と表記するものとする。これらの表記内容は、後述する図4以降においても同様とする。

【0019】

この薄膜磁気ヘッドは、例えば、記録・再生の双方の機能を実行可能な複合型ヘッドであり、図1に示したように、例えばアルティック（ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ ）などのセラミック材料により構成された基板1上に、例えば酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ；以下、単に「アルミナ」という。）などの非磁性絶縁材料により構成された絶縁層2と、磁気抵抗効果（MR；Magneto-resistive）を利用して再生処理を実行する再生ヘッド部100Aと、例えばアルミナなどの非磁性絶縁材料により構成された分離層7と、垂直記録方式の記録処理を実行する単磁極型の記録ヘッド部100Bと、例えばアルミナなどの非磁性絶縁材料により構成されたオーバーコート層19とがこの順に積層された構成を有している。

【0020】

再生ヘッド部100Aは、例えば、下部シールド層3と、シールドギャップ膜4と、上部シールド層5とがこの順に積層された構成を有している。このシールドギャップ膜4には、記録媒体に対向する記録媒体対向面（エアベアリング面）20に一端面が露出するように、再生素子としてのMR素子6が埋設されている。

【0021】

下部シールド層3および上部シールド層5は、例えば、いずれもニッケル鉄合金（ NiFe （例えば Ni ：80重量%， Fe ：20重量%）；以下、単に「パーマロイ（商品名）」という。）などの磁性材料により構成されており、それらの厚さはいずれも約 $1.0\mu\text{m}$ ～ $2.0\mu\text{m}$ である。シールドギャップ膜4は、MR素子6を周囲から電氣的に分離するものであり、例えばアルミナなどの非磁

性絶縁材料により構成されている。MR素子6は、例えば、巨大磁気抵抗効果（GMR；Giant Magneto-resistive）またはトンネル磁気抵抗効果（TMR；Tunneling Magneto-resistive）などを利用して再生処理を実行するものである。

【0022】

記録ヘッド部100Bは、例えば、絶縁層9により周囲を埋設されたリターンヨーク層8と、絶縁層12、14により周囲を埋設された補助リターンヨーク層10、ヨーク層11および薄膜コイル13と、連結用の開口（バックギャップ15BG）が設けられたシード層15と、ギャップ層17により覆われた磁極層16と、ライトシールド層（磁気遮蔽層）18とがこの順に積層された構成を有している。なお、図2では、記録ヘッド部100Bのうちのリターンヨーク層8、補助リターンヨーク層10、ヨーク層11、薄膜コイル13、シード層15、磁極層16およびライトシールド層18を示しており、図3では、シード層15、磁極層16、ギャップ層17およびライトシールド層18を示している。

【0023】

リターンヨーク層8は、磁極層16から放出されて記録媒体を磁化した磁束を環流させるものであり、例えば、パーマロイや鉄コバルトニッケル合金（FeCoNi）などの磁性材料により構成されている。このリターンヨーク層8は、エアベアリング面20からこの面と離れる方向に延在しており、例えば、矩形状の平面形状（幅W3）を有している。補助リターンヨーク層10は、記録後の磁束をリターンヨーク層8に導くためのものであり、エアベアリング面20に露出すると共にリターンヨーク層8に連結されている。ヨーク層11は、リターンヨーク層8と磁極層16とを連結させるためのものであり、エアベアリング面20から後退すると共にリターンヨーク層8に連結されている。これらの補助リターンヨーク層10およびヨーク層11は、例えば、いずれもリターンヨーク層8と同様の磁性材料により構成されており、矩形状の平面形状（幅W3）を有している。なお、本発明で言うところの「連結」とは、単に接触しているだけでなく、接触した上で磁氣的導通が可能な状態にあることを意味している。絶縁層9は、例えば、アルミナなどの非磁性絶縁材料により構成されている。

【0024】

薄膜コイル 13 は、記録用の磁束を発生させるものである。この薄膜コイル 13 は、例えば、ヨーク層 11 を中心としてスパイラル状に巻回する巻線構造を有しており、銅 (Cu) などの高導電性材料により構成されている。なお、図 1 および図 2 では、薄膜コイル 13 を構成する複数の巻線のうちの一部のみを示している。絶縁層 12, 14 は、薄膜コイル 13 を周囲から電氣的に分離するためのものであり、例えば、アルミナなどの非磁性絶縁材料により構成されている。

【0025】

シード層 15 は、めっき処理を行うために使用されるものであり、例えば、磁極層 16 の平面形状に対応した平面形状を有している。

【0026】

磁極層 16 は、薄膜コイル 13 において発生した磁束を収容し、その磁束を記録媒体に向けて放出するものであり、エアベアリング面 20 からこの面と離れる方向に延在している。この磁極層 16 は、例えば、エアベアリング面 20 からこの面と離れる方向に記録トラック幅を規定する一定幅 $W1$ ($=約 0.15 \mu m$) をもって延在する先端部 16A (磁極先端部分) と、この先端部 16A の後方に連結され、先端部 16A の幅 $W1$ よりも大きな幅 $W2$ ($W2 > W1$) を有する後端部 16B とを含んで構成されている。後端部 16B の幅は、例えば、後方において一定幅 $W2$ を有し、かつ前方において先端部 16A に近づくにしたがって次第に狭まっている。磁極層 16 の幅が先端部 16A (幅 $W1$) から後端部 16B (幅 $W2$) に広がる位置は、フレアポイント FP と呼ばれている。

【0027】

ギャップ層 17 は、磁極層 16 とライトシールド層 18 とを磁氣的に分離するためのギャップを構成するものであり、磁極層 16 の側面およびその周辺領域を覆うように配設され、その磁極層 16 に隣接したギャップ層部分 17A (第 1 のギャップ層) と、磁極層 16 の上面を覆うように配設され、その磁極層 16 に隣接したギャップ層部分 17B (第 2 のギャップ層) とを含んで構成されている。ギャップ層部分 17A の上面の高さ位置は、例えば、ギャップ層 17B の上面の高さ位置よりも高くなっている。

【0028】

ライトシールド層 18 は、磁極層 16 から放出された磁束の広がり成分を取り込み、その磁束の広がりを防止するためのものであり、例えば、エアベアリング面 20 からフレアポイント F P まで延在し、磁極層 16 のうちの先端部 16 A を 3 方向から囲い込んでいる。この 3 方向とは、磁極層 16 の配設位置を基準としたトレーリング方向（媒体流出方向）と、このトレーリング側に直交する 2 つの側方向との計 3 方向（以下、単に「3 方向」ともいう。）である。この「トレーリング方向」とは、媒体進行方向 B（図 1 参照）に向かって進行する記録媒体の移動状態を 1 つの流れと見た場合に、その流れの流出する方向をいい、ここでは厚さ方向（Z 軸方向）における上方向をいう。これに対して、流れの流入する方向は「リーディング方向（媒体流入方向）」と呼ばれ、ここでは厚さ方向における下方向をいう。「2 つの側方向」とは、両幅方向（X 軸方向における左右方向）である。このライトシールド層 18 は、例えば、絶縁層 12 およびギャップ層部分 17 A の双方を貫通するように設けられた 2 つの接続孔 J を通じて補助リターンヨーク層 10 に連結されており、矩形状の平面形状（幅 W3）を有している。なお、接続孔 J の配設個数や配設位置は自由に設定可能である。

【0029】

次に、図 1 および図 2 を参照して、薄膜磁気ヘッドの動作について説明する。

【0030】

この薄膜磁気ヘッドでは、情報の記録時において、図示しない外部回路を通じて記録ヘッド部 100 B の薄膜コイル 13 に電流が流れると、その薄膜コイル 13 において磁束が発生する。このとき発生した磁束は、磁極層 16 に収容されたのち、その磁極層 16 内を後端部 16 B から先端部 16 A に流れる。この際、磁極層 16 内を流れる磁束は、その磁極層 16 の幅の減少に伴い、フレアポイント F P において絞り込まれて集束するため、先端部 16 A のうちのトレーリング側部分に集中する。この磁束が先端部 16 A から外部に放出されると、記録媒体の表面と直交する方向に記録磁界が発生し、この記録磁界により記録媒体が垂直方向に磁化されるため、その記録媒体に磁氣的に情報が記録される。この際、先端部 16 A から放出された磁束の広がり成分がライトシールド層 18 に取り込まれるため、その磁束の広がりが防止される。ライトシールド層 18 に取り込まれた

磁束は、接続孔 J を通じて補助リターンヨーク層 10 に流れたのち、さらにリターンヨーク層 8 に流れる。なお、記録媒体を磁化した磁束は、補助リターンヨーク層 10 を経由してリターンヨーク層 8 に環流される。

【0031】

一方、再生時においては、再生ヘッド部 100A の MR 素子 6 にセンス電流が流れると、記録媒体からの再生用の信号磁界に応じて MR 素子 6 の抵抗値が変化する。そして、この抵抗変化がセンス電流の変化として検出されるため、記録媒体に記録されている情報が磁氣的に読み出される。

【0032】

次に、図 4 ～図 20 を参照して、図 1 ～図 3 に示した薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。図 4 ～図 18 は薄膜磁気ヘッドの製造工程を説明するためのものであり、図 4 ～図 11 はいずれも図 1 に対応する断面構成、図 12 ～図 18 はそれぞれ図 5 ～図 11 に対応した平面構成、図 19 はシード層 15 の形成例を説明するための平面構成、図 20 はエッチング速度の照射角度依存性をそれぞれ示している。図 20 中の「横軸」はイオンビームの照射角度 θ (°)、「縦軸」はエッチング速度 (nm/分) をそれぞれ示していると共に、「20A」はフォトレジストに対するエッチング速度、「20B」はアルミナに対するエッチング速度についてそれぞれ表している。

【0033】

以下では、まず、薄膜磁気ヘッド全体の製造工程の概略について説明したのち、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法が適用される記録ヘッド部 100B の主要部（磁極層 16，ギャップ層 17，ライトシールド層 18）の形成工程について詳細に説明する。なお、薄膜磁気ヘッドの一連の構成要素のうち、材質、寸法および構造的特徴等に関して既に詳述したものについては、それらの説明を随時省略するものとする。

【0034】

この薄膜磁気ヘッドは、主に、めっき処理やスパッタリングなどの成膜技術、フォトリソグラフィ技術などのパターンニング技術、ならびにドライエッチングなどのエッチング技術等を含む薄膜プロセスを利用して、例えば、ウェハ上の複数

の箇所に各構成要素が順次並列的に形成されて積層されることにより、複数個一括して製造される。すなわち、まず、基板 1 上に絶縁層 2 を形成したのち、この絶縁層 2 上に、下部シールド層 3 と、MR 素子 6 を埋設したシールドギャップ膜 4 と、上部シールド層 5 とをこの順に積層させることにより、再生ヘッド部 100A を形成する。続いて、再生ヘッド部 100A 上に分離層 7 を形成したのち、この分離層 7 上に、絶縁層 9 により周囲を埋設されたリターンヨーク層 8 と、絶縁層 12, 14 により周囲を埋設された補助リターンヨーク層 10、ヨーク層 11 および薄膜コイル 13 と、シード層 15 と、ギャップ層 17 により覆われた磁極層 16 と、ライトシールド層 18 とをこの順に積層させることにより、記録ヘッド部 100B を形成する。最後に、記録ヘッド部 100B 上にオーバーコート層 19 を形成したのち、機械加工や研磨加工を利用してエアベアリング面 20 を形成することにより、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0035】

記録ヘッド部 100B の主要部を形成する際には、補助リターンヨーク層 10、ヨーク層 11 および薄膜コイル 13 の周囲を埋設するように絶縁層 12, 14 を形成し、その絶縁層 12, 14 とヨーク層 11 とにより平坦面 M1 を構成したのち、まず、図 4 に示したように、平坦面 M1 上に、例えばスパッタリングを使用して、パーマロイなどの磁性材料や銅などの金属材料よりなる前駆シード層 15Z を約 $0.01\ \mu\text{m}$ ~ $0.1\ \mu\text{m}$ の厚さで形成する。

【0036】

続いて、例えばイオンミリングを使用し、前駆シード層 15Z をエッチングしてパターニングすることにより、図 5 および図 12 に示したように、シード層 15 をパターン形成する。このシード層 15 を形成する際には、例えば、その輪郭が後工程において形成される磁極層 16 の輪郭よりも大きくなるようにする。また、前駆シード層 15Z のうち、後工程においてヨーク層 11 と磁極層 16 とが連結されることとなる領域を選択的に除去することにより、シード層 15 にバックギャップ 15BG を設ける。

【0037】

特に、シード層 15 を形成する際には、上記したように、ウェハ上に複数の薄

膜磁気ヘッドが並列的に形成される点を考慮して、例えば、図19に示したように、前駆シード層15Zをパターンニングすることによりウェハ40上にシード層15と共に通電用のリード層50をパターン形成し、このリード層50により囲まれた領域（薄膜磁気ヘッドの形成領域）Rごとにシード層15を配置すると共に、各シード層15をリード層50に接続させるようにするのが好ましい。図19中の枠線Dは、薄膜磁気ヘッドの完成後にウェハ40が切断される箇所を表している。

【0038】

続いて、シード層15上にフォトレジストを塗布したのち、フォトリソグラフィ技術を使用してフォトレジストをパターンニングすることにより、図5および図12に示したように、前駆フォトレジスト層31Zをパターン形成する。この前駆フォトレジスト層31Zを形成する際には、例えば、磁極層16の先端部16Aの幅W1よりも大きな幅W10 ($W10 > W1$) を有する部分（対応部分）31ZP部分を含むようにする。

【0039】

続いて、前駆フォトレジスト層31Zをアッシングし、その対応部分31ZPの幅をW10からW1に狭めることにより、図6および図13に示したように、幅W1を有する対応部分31Pを含み、磁極層16の平面形状に対応する平面形状を有するようにフォトレジスト層31（第1のフォトレジスト層）をパターン形成する。

【0040】

続いて、図7および図14に示したように、例えばCVD（Chemical Vapor Deposition）やスパッタリングを使用して、フォトレジスト層31およびその周辺領域を覆うように、アルミナよりなるギャップ層部分17Aを約 $0.2\mu\text{m}$ 以下、具体的には約 $0.1\mu\text{m}$ の厚さで形成する。続いて、ギャップ層部分17Aを覆うようにフォトレジスト層32（第2のフォトレジスト層）を形成する。このフォトレジスト層32を形成する際には、例えば、ギャップ層部分17Aが埋設され、すなわちフォトレジスト層32の上面の位置がギャップ層部分17Aの上面の位置よりも高くなるようにする。

【0041】

続いて、イオンミリングを使用して、例えば、フォトレジスト層 32、ギャップ層部分 17A およびフォトレジスト層 31 をエッチング（オーバーエッチング）して途中まで掘り下げることにより、図 8 および図 15 に示したように、フォトレジスト層 31 を露出させる。イオンミリングを行う際には、例えば、フォトレジスト層 32 の延在面に対して直交する方向 S と約 $65^{\circ} \sim 70^{\circ}$ の範囲内の照射角度 θ をなす方向からイオンビームを照射する。このエッチング条件でイオンミリングを行うことにより、図 20 に示したように、フォトレジスト（フォトレジスト層 31, 32）に対するエッチング速度（20A）とアルミナ（ギャップ層部分 17A）に対するエッチング速度（20B）とが互いに近づき、フォトレジストとアルミナとがほぼ同程度にエッチングされることとなるため、フォトレジスト層 31, 32 およびギャップ層部分 17A がほぼ平坦となるように掘り下げられる。なお、厳密には、図 20 から明らかなように、イオンビームの照射角度 θ を上記範囲内に設定した場合においても、アルミナに対するエッチング速度よりもフォトレジストに対するエッチング速度の方が若干速くなるため、図 8 に示したように、ギャップ層部分 17A よりもフォトレジスト層 31, 32 が過剰にエッチングされることとなる。

【0042】

続いて、フォトレジスト層 31 およびフォトレジスト層 32 の双方をアッシングして除去することにより、図 9 および図 16 に示したように、フォトレジスト層 31 が除去された領域に、ギャップ層部分 17A により囲まれた磁極形成予定領域 T を形成し、その磁極形成予定領域 T にシード層 15 を露出させる。この磁極形成予定領域 T は、後工程において磁極層 16 を形成するための領域であり、フォトレジスト層 31 の平面形状が転写された空間領域である。この磁極形成予定領域 T を形成した際に、例えば、その深さ H が磁極層 16 の厚さ以上となるように、先の工程においてギャップ層部分 17A のエッチング量を調製しておく。

【0043】

続いて、シード層 15 に通電し、鉄コバルト合金（FeCo）系やコバルト鉄ニッケル合金（CoFeNi）系の磁性材料よりなるめっき膜を磁極形成予定領

域Tに成長させることにより、図10および図17に示したように、磁極層16をパターン形成する。フォトリソスト層31の平面形状が転写された磁極形成予定領域T内にめっき膜が成長することにより、前方から順に、幅W1を有する先端部16Aと、この先端部16Aに連結された後端部16Bとを含むように、磁極層16が形成される。

【0044】

続いて、引き続きシード層15を使用して、磁極形成予定領域T内の磁極層16上に、ロジウム(Rh)などの非磁性金属材料やニッケルリン(NiP)などの非磁性金属化合物材料よりなるめっき膜を成長させることにより、図10および図17に示したように、ギャップ層部分17Bを約 $0.05\mu\text{m}$ の厚さで形成する。これにより、ギャップ層部分17A、17Bよりなるギャップ層17により磁極層16が3方向から覆われる。

【0045】

続いて、図11および図18に示したように、絶縁層12およびギャップ層部分17Aの双方を選択的にエッチングして貫通させることにより、2つの接続孔Jを選択的に形成する。最後に、ギャップ層17上にフォトリソストよりなるフレームパターン(図示せず)を形成したのち、このフレームパターン内にパーマロイやコバルト鉄ニッケル合金よりなるめっき膜を成長させることにより、図11および図18に示したように、ライトシールド層18を約 $0.2\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ の厚さで形成する。このライトシールド層18を形成する際には、例えば、図11(A)に示したように、トレーリング方向(図中の上方向)と2つの側方向(図中の左右方向)との3方向から磁極層16の先端部16Aを囲い込むようにする。これにより、記録ヘッド部100Bの主要部が完成する。

【0046】

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、上記した特徴的な製造プロセスを利用したので、以下の3つの理由に基づき、磁極層16の先端部16Aを3方向から囲い込むように配設されたライトシールド層18を備える薄膜磁気ヘッドを容易かつ高精度に形成することができる。

【0047】

すなわち、第1に、磁極層16とライトシールド層18との間のギャップ間隔を高精度に制御することができる。図21は本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法の利点を説明するためのものであり、図22は本実施の形態に対する比較例としての薄膜磁気ヘッドの製造方法の問題点を説明するためのものである。図21および図22では、いずれも図1(A)に示した薄膜磁気ヘッドの主要部の断面構成を拡大して表している。

【0048】

図22に示したように、比較例の薄膜磁気ヘッドの主要部は、磁極層116（先端部116A）と、この磁極層116を3方向から囲い込むように配設され、3つの部分（ライトシールド層部分118A, 118B, 118C）により構成されたライトシールド層118と、磁極層116とライトシールド層118との間に挟まれるように配設され、3つの部分（ギャップ層部分117A, 117B, 117C）により構成されたギャップ層117とを含んで構成されている。

【0049】

この薄膜磁気ヘッドの主要部は、例えば、以下の手順で形成される。すなわち、まず、めっき処理を使用して、磁極層116と共に、この磁極層116の両側方にギャップ間隔D2を隔ててライトシールド層部分118A, 118Bを形成したのち、スパッタリングを使用してギャップ間隔D2を埋め込むようにギャップ層部分117A, 117Bを形成することにより、平坦面M2を構成する。続いて、引き続きスパッタリングを使用して磁極層116のトレーリング側を覆うようにギャップ層部分117Cを形成したのち、めっき処理を使用して、ギャップ層部分117C上に、ライトシールド層部分118A, 118Bと連結されるようにライトシールド層118Cを形成する。これにより、薄膜磁気ヘッドの主要部が完成する。

【0050】

この製造プロセスを使用すれば、磁極層116を3方向から囲い込むようにライトシールド層118を形成することは可能であるが、この場合には、ライトシールド層部分118A, 118Bを形成する際のフォトリソグラフィ技術のパターン精度に基づいてギャップ間隔D2が規定されるため、そのギャップ間隔D2

の形成精度は十分でない。このギャップ間隔D2は、記録特性に影響を及ぼす因子のうちの1つである。具体的には、ギャップ間隔D2が狭すぎると、磁極層116から放出された磁束が両側方向に広がりにくくなる反面、記録磁界強度が低下してしまい、一方、ギャップ間隔D2が広すぎると、記録磁界強度が高くなる反面、磁束が両側方向に広がりやすくなる。このことから、所望の値となるようにギャップ間隔D2を高精度に制御する必要があるが、比較例の場合には、上記したようにギャップ間隔D2の形成精度が不十分なため、そのギャップ間隔D2を高精度に制御し得ない。

【0051】

これに対して、本実施の形態では、図21に示したように、ギャップ層部分17Aの厚さに基づいて、磁極層16とライトシールド層18との間のギャップ間隔D1が規定される。この場合には、フォトリソグラフィ技術のパターン精度に基づいてギャップ間隔D2が規定される比較例の場合とは異なり、ギャップ層部分17Aを形成する際のスパッタリングの成膜時間に基づいてギャップ間隔D1が制御されるため、ギャップ間隔D1の形成精度が十分となる。したがって、ギャップ間隔D1を高精度に制御することができるのである。具体的には、例えば、約0.1 μm 以下の極狭幅となるようにギャップ間隔D1を高精度に制御することができる。

【0052】

第2に、磁極層16の厚さを高精度に制御することができる。すなわち、比較例の場合には（図22参照）、平坦面M2を構成するために、例えばCMP（Chemical Mechancal Polishing）法などの研磨技術を使用して全体を研磨しなければならないが、この場合には、研磨精度に基づいて磁極層116の厚さC2が規定されるため、その磁極層116の厚さC2の形成精度は十分でない。これに対して、本実施の形態（図21参照）では、めっき処理時の成膜厚さに基づいて磁極層16の厚さC1が規定される。この場合には、研磨精度に基づいて磁極層116の厚さC2が規定される比較例の場合とは異なり、めっき処理時の処理時間（成膜時間）に基づいて磁極層16の厚さC1が制御されるため、その厚さC1の形成精度が確保される。したがって、磁極層16の厚さC1を高精度に制御す

ることができるのである。

【0053】

第3に、磁極層16の先端部16Aを3方向から囲い込む特徴的な構成を有するライトシールド層18を容易に形成することができる。すなわち、比較例の場合（図21参照）には、ライトシールド層118が3つの部分（ライトシールド層部分118A、118B、118C）により構成されているため、このライトシールド層118を形成するためには、上記したように、ライトシールド層部分118A、118を形成する工程とライトシールド層部分118Cを形成する工程との少なくとも2工程を要する。この場合には、ライトシールド層118の形成工程が煩雑化し、長期間を要してしまう。これに対して、本実施の形態（図21参照）では、ライトシールド層18が単体をなしているため、ライトシールド層18を形成するために単一の工程しか要せず、ライトシールド層18の形成過程が容易になる。もちろん、本実施の形態では、比較例の場合とは異なり、研磨処理を必要としないため、この観点においても形成過程が容易になる。したがって、ライトシールド層18を容易に形成することができるのである。

【0054】

上記の他、本実施の形態では、前駆シード層15Zをパターンニングすることにより所定のパターン形状となるようにシード層15を形成し、あらかじめ必要箇所のみシード層15を選択的に配置したのち、このシード層15を使用して磁極層16およびギャップ層部分17Bを形成するようにしたので、シード層15をパターン形成せずに全面形成した場合とは異なり、磁極層16等を形成したのちにシード層15の不要箇所を除去する必要がある。したがって、この観点においても薄膜磁気ヘッドの製造容易化に寄与することができる。

【0055】

特に、本実施の形態では、ギャップ層17を構成するギャップ層部分17A、17Bをそれぞれ別個の工程において形成するようにしたので、これらのギャップ層部分17A、17Bを単一の工程において一体として形成する場合とは異なり、ギャップ層部分17A、17Bの厚さをそれぞれ独立して制御することができる。これにより、例えば、ギャップ層部分17Bの厚さよりもギャップ層部分

17Aの厚さの方が大きくなるようにギャップ層17を形成することができる。

【0056】

また、本実施の形態では、図19に示したように、ウェハ40上においてリード層50に複数のシード層15が接続されるようにしたので、リード層50を使用して複数のシード層15を一括して通电させることができると共に、薄膜磁気ヘッドの完成後にウェハ40を切断してリード層50を除去することにより、各シード層15間を電氣的に分離することができる。

【0057】

また、本実施の形態では、シード層15の輪郭が磁極層16の輪郭よりも大きくなるようにしたので、シード層15の形成位置が多少ずれたとしても、そのシード層15を使用して磁極層16を安定に形成することができる。

【0058】

また、本実施の形態では、めっき処理を使用して磁極層16やギャップ層部分17Bを形成する際に、いずれの場合においてもシード層15を使用するようにしたので、これらの磁極層16やギャップ層部分17Bを形成する度ごとにシード層を形成する必要がない。したがって、この観点においても薄膜磁気ヘッドの製造容易化に寄与することができる。

【0059】

また、本実施の形態では、フォトレジスト層31を形成する際に、対応部分31ZP(幅W10)を有する前駆フォトレジスト層31Zを形成したのち、この前駆フォトレジスト層31Zをアッシングすることにより対応部分31ZPの幅をW10からW1に狭めるようにしたので、このフォトレジストのアッシング処理を利用して、フォトリソグラフィ技術のパターン精度では実現し得ない極狭幅W1となるように対応部分31Pを高精度に形成することが可能となる。これにより、磁極層16の先端部16Aも高精度に形成することができる。具体的には、フォトリソグラフィ技術を使用した際に十分な精度で形成可能な対応部分31Pの幅が約0.2 μ mであるのに対して、アッシング処理を利用した本実施の形態では、対応部分31Pの幅を約0.2 μ m未満となるように高精度に形成することができる。なお、極狭幅W1の対応部分31Pを形成するためには、例えば

、幅 $W10$ の対応部分 $31ZP$ を形成したのち、例えばイオンミリングなどのエッチング技術を使用して対応部分 $31ZP$ の幅を狭める手法も考えられるが、約 $0.2\mu m$ 未満の極狭幅化加工の精度はエッチング技術よりもアッシング処理において優れているため、対応部分 $31P$ を高精度に形成する上ではアッシング処理を使用するのが好ましい。

【0060】

また、本実施の形態では、図7および図8に示したように、イオンミリングを使用してフォトレジスト層 31 、 32 やギャップ層部分 $17A$ を掘り下げる際に、イオンビームの照射角度 θ を $65^\circ \sim 70^\circ$ の範囲内となるようにしたので、フォトレジスト層 31 、 32 に対するエッチング速度とギャップ層部分 $17A$ に対するエッチング速度とが互いに近づき、ほぼ平坦となるように掘り下げられる。したがって、ギャップ層部分 $17A$ よりも軟らかいフォトレジスト層 31 、 32 が過剰にエッチングされすぎて消失したのちに、シード層 15 やギャップ層部分 $17A$ のうちのエッチング対象以外の部分が意図せずにエッチングされることを防止することができる。特に、エッチング技術を使用することにより、加工プロセスに長時間を要するCMP法などの研磨技術を使用する場合と比較して、掘り下げ加工を短時間で行うことができる。

【0061】

また、本実施の形態では、図9および図21に示したように、磁極層 16 を形成するための磁極形成予定領域 T を形成したときに、その深さ H が磁極層 16 の厚さ $C1$ よりも大きくなるようにしたので、厚さ $C1$ に対するマージンが深さ H に設けられる。したがって、深さ H を厚さ $C1$ と一致させた場合に生じ得る不具合、すなわち厚さ $C1$ の形成精度誤差等に起因して磁極層 16 が厚めに形成された際に、結果として磁極層 16 とライトシールド層 18 とが意図せずに連結されてしまう不具合を回避することができる。

【0062】

また、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドでは、2つの側方向において磁極層 16 に隣接するギャップ層部分 $17A$ と、トレーリング方向において磁極層 16 に隣接するギャップ層部分 $17B$ と、これらのギャップ層部分 $17A$ 、 $17B$ を

介してトレーリング方向と2つの側方向との3方向から磁極層16のうちの先端部16Aを囲い込むライトシールド層18とを備えるようにしたので、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法を使用してこの薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

【0063】

なお、本実施の形態では、図21に示したように、シード層15の輪郭が磁極層16の輪郭よりも大きくなるようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、図23に示したように、シード層15の輪郭が磁極層16の輪郭に等しくなるようにしてもよい。この場合においても、上記実施の形態と同様の効果を得ることができる。ただし、上記したように、シード層15の形成位置のずれに起因して磁極層16を安定に形成し得なくなる不具合を考慮すれば、図21に示したように、シード層15の輪郭が磁極層16の輪郭よりも大きくなるようにするのが好ましい。

【0064】

また、本実施の形態では、図21に示したように、磁極形成予定領域Tの深さHが磁極層16の厚さC1よりも大きくなるようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、図24に示したように、深さHが厚さC1に等しくなるようにしてもよい。この場合においても、上記実施の形態と同様の効果を得ることができる。ただし、上記したように、厚さC1の精度誤差に起因して磁極層16とライトシールド層18とが意図せずに連結される不具合を考慮すれば、深さHが厚さC1よりも大きくなるようにするのが好ましい。

【0065】

また、本実施の形態では、図7および図8に示したように、フォトレジスト層31を露出させるために、フォトレジスト層32、ギャップ層部分17Aおよびフォトレジスト層31をオーバーエッチングするようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、フォトレジスト層32およびギャップ層部分17Aのみをオーバーエッチングするようにしてもよい。この場合においても、上記実施の形態と同様の効果を得ることができる。ただし、フォトレジスト層32およびギャップ層部分17Aのみをオーバーした場合に、エッチング量の精度誤

差に起因してフォトレジスト層 31 が露出しなくなる不具合を考慮すれば、フォトレジスト層 32 およびギャップ層部分 17A と共にフォトレジスト層 31 もオーバーエッチングするのが好ましい。

【0066】

また、本実施の形態では、図 11 に示したように、単一の工程を経てライトシールド層 18 を形成するようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、複数の工程を経てライトシールド層 18 を形成するようにしてもよい。図 25 ～図 30 はライトシールド層 18 の形成方法に関する 3 つの変形例を説明するためのものであり、図 25 ～図 27 は第 1 の変形例、図 28 および図 29 は第 2 の変形例、図 30 は第 3 の変形例について示している。

【0067】

すなわち、第 1 の変形例では、図 10 に示したようにギャップ層 17B を形成したのち、まず、図 25 に示したように、フォトリソグラフィ技術を使用してフォトレジスト膜をパターンニングすることにより、ライトシールド層 18 の形成領域以外の領域を覆うようにフレームパターン 33 を形成する。続いて、フレームパターン 33 と共にシード層 15 を使用して、磁極形成予定領域 T におけるギャップ層 17B 上に選択的にめっき膜を成長させることにより、ライトシールド層 18 の一部をなすライトシールド層部分 18A（第 1 の磁気遮蔽層部分）をパターン形成する。続いて、図 26 に示したように、例えばスパッタリングを使用して、ギャップ層部分 17A、ライトシールド層部分 18A およびフレームパターン 33 を覆うように、ライトシールド層 18 の他の一部をなすライトシールド層部分 18B（第 2 の磁気遮蔽層部分）を形成する。このライトシールド層部分 18A を形成する際には、その前方部分がトレーリング方向と 2 つの側方向との 3 方向から磁極層 16 の先端部 16A を囲い込むようにする。最後に、フレームパターン 33 を余分なライトシールド層部分 18B と共にリフトオフし、ライトシールド層部分 18B を部分的に残存させることにより、図 27 に示したように、ライトシールド層部分 18A、18B の集合体としてライトシールド層 18 が形成される。

【0068】

第2の変形例では、第1の変形例と同様の手法を使用してライトシールド層部分18Aと共にフレームパターン33を形成したのち、まず、図28に示したように、例えばスパッタリングを使用して、ギャップ層部分17A、ライトシールド層部分18Aおよびフレームパターン33を覆うように、めっき処理を行うためのシード層25を形成する。このシード層25を形成する際には、例えば、シード層15と部分的に接続させることにより、そのシード層15を通じてシード層25を通電可能にする。続いて、フレームパターン33と共にシード層25を使用して選択的にめっき膜を成長させることにより、ライトシールド層部分18Bをパターン形成する。最後に、フレームパターン33を余分なシード層25と共にリフトオフすることにより、図29に示したように、ライトシールド層部分18A、18Bを含むライトシールド層18が形成される。

【0069】

第3の変形例としては、第1の変形例と同様の手法を使用してライトシールド層部分18Aを形成し、そのライトシールド層部分18Aを形成するために使用したフレームパターン33を除去したのち、まず、図30に示したように、ギャップ層部分17Aおよびライトシールド層部分18A上のうち、後工程においてライトシールド層部分18Bが形成されることとなる領域に、めっき処理を行うためのシード層35をパターン形成する。このシード層35を形成する際には、例えば、上記実施の形態においてシード層15を形成した場合と同様に、シード層35を形成するための前駆シード層（図示せず）を全体に形成したのち、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を使用して前駆シード層をパターンニングする。この際、例えば、シード層35をシード層15と部分的に接続させることにより、そのシード層15を通じてシード層35を通電可能にする。続いて、フォトリソグラフィ技術を使用してフォトレジスト膜をパターンニングすることにより、ライトシールド層部分18Bの形成領域以外の領域を覆うようにフレームパターン34を形成したのち、このフレームパターン34と共にシード層35を使用して選択的にめっき膜を成長させることにより、ライトシールド層部分18Bを形成する。こののち、フレームパターン34を除去することにより、ライトシールド層部分18A、18Bを含むライトシールド層18が形成される。

【0070】

上記した第1～第3のいずれの変形例を使用してライトシールド層18を形成した場合においても、上記実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0071】

また、本実施の形態では、図1に示したように、ギャップ層部分17A、17Bが磁極層16全体に隣接するようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、図31に示したように、ギャップ層部分17A、17Bが、磁極層16のうちの先端部16Aにのみ隣接するようにしてもよい。この構成の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、2つの側方向において先端部16Aにのみ隣接することとなるようにギャップ層部分17Aを形成すると共に、トレーリング方向において先端部16Aにのみ隣接することとなるようにギャップ層部分17Bを形成する点を除いて、上記実施の形態において説明した薄膜磁気ヘッドの製造方法とほぼ同様である。この場合には、ギャップ層部分17Aにより囲まれた領域として、上記実施の形態において説明した磁極層16を形成するための磁極形成予定領域Tに代えて、先端部16Aを形成するための磁極先端形成予定領域TNが形成される。この場合においても、上記実施の形態と同様の効果を得ることができる。なお、図31に示した構成の薄膜磁気ヘッドを製造する場合には、ライトシールド層18の形成方法として、上記実施の形態において説明した単一工程手法を使用してもよいし、あるいは第1～第3の変形例（図25～図30）として説明した複数工程手法を使用してもよい。

【0072】

以上、実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、種々の変形が可能である。具体的には、例えば、上記実施の形態では、本発明を単磁極型ヘッドに適用する場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、リング型ヘッドに適用してもよい。また、上記実施の形態では、本発明を複合型薄膜磁気ヘッドに適用する場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録専用の薄膜磁気ヘッドや、記録・再生兼用の誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドにも適用可能である。もちろん、本発明

を、書き込み用の素子および読み出し用の素子の積層順序を逆転させた構造の薄膜磁気ヘッドについても適用可能である。

【0 0 7 3】

また、上記実施の形態では、本発明を垂直記録方式の薄膜磁気ヘッドに適用する場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、本発明を長手記録方式の薄膜磁気ヘッドに適用することも可能である。

【0 0 7 4】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の第 1 の観点に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第 1 のギャップ層により囲まれた磁極形成予定領域に磁極層および第 2 のギャップ層を形成し、これらの第 1 および第 2 のギャップ層部分により磁極層を 3 方向から覆ったのち、第 1 および第 2 のギャップ層部分上に、媒体流出方向と 2 つの側方向との 3 方向から磁極層のうちの磁極先端部分を囲い込むように磁気遮蔽層を形成したので、この特徴的な製造プロセスに基づき、媒体流出方向と 2 つの側方向との 3 方向から磁極層を囲い込むように磁気遮蔽層が配設された薄膜磁気ヘッドを容易かつ高精度に形成することができる。

【0 0 7 5】

また、本発明の第 2 の観点に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第 1 のギャップ層により囲まれた磁極先端形成予定領域に磁極先端部分および第 2 のギャップ層を形成し、これらの第 1 および第 2 のギャップ層部分により磁極先端部分を 3 方向から覆ったのち、第 1 および第 2 のギャップ層部分上に、媒体流出方向と 2 つの側方向との 3 方向から磁極先端部分を囲い込むように磁気遮蔽層を形成したので、媒体流出方向と 2 つの側方向との 3 方向から磁極先端部分を囲い込むように磁気遮蔽層が配設された薄膜磁気ヘッドを容易かつ高精度に形成することができる。

【0 0 7 6】

また、本発明の第 1 の観点に係る薄膜磁気ヘッドによれば、2 つの側方向において磁極層に隣接する第 1 のギャップ層と、媒体流出方向において磁極層に隣接する第 2 のギャップ層と、これらの第 1 および第 2 のギャップ層を介して媒体流

出方向と2つの側方向との3方向から磁極層のうちの磁極先端部分を囲い込む磁気遮蔽層とを備えるようにしたので、本発明の第1の観点に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法を使用して、この薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

【0077】

また、本発明の第2の観点に係る薄膜磁気ヘッドによれば、2つの側方向において磁極先端部分に隣接する第1のギャップ層と、媒体流出方向において磁極先端部分に隣接する第2のギャップ層と、これらの第1および第2のギャップ層を介して媒体流出方向と2つの側方向との3方向から磁極先端部分を囲い込む磁気遮蔽層とを備えるようにしたので、本発明の第2の観点に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法を使用して、この薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

【0078】

上記の他、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、シード層を使用して磁極層および第2のギャップ層を形成すれば、この観点においても薄膜磁気ヘッドの製造容易化に寄与することができる。

【0079】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、シード層の輪郭が磁極層の輪郭よりも大きくなるようにすれば、そのシード層を使用して磁極層を安定的に形成することができる。

【0080】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、磁極先端部分の幅よりも大きな幅を有する部分を含むように前駆フォトレジスト層を形成したのち、この前駆フォトレジスト層をアッシングして幅を狭めることにより第2のフォトレジスト層を形成すれば、フォトリソグラフィ技術のパターン精度では実現し得ない極狭幅を有するように第2のフォトレジスト層を高精度に形成し、これにより磁極層のうちの磁極先端部分も高精度に形成することができる。

【0081】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、イオンミリングを使用する際に、第2のフォトレジスト層の延在面に対して直交する方向と 65° 以上 70° 以下の範囲内の角度をなす方向からイオンビームを照射すれば、第1のギャップ

層のうちのエッチング対象以外の部分が意図せずにエッチングされることを防止することができる。

【 0 0 8 2 】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、磁極形成予定領域の深さが磁極層の厚さよりも大きくなるようにすれば、磁極層と磁気遮蔽層とが意図せずに連結されてしまう不具合を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面構成を表す断面図である。

【図 2】

図 1 に示した薄膜磁気ヘッドの主要部の平面構成を表す平面図である。

【図 3】

図 1 に示した薄膜磁気ヘッドの主要部の斜視構成を表す斜視図である。

【図 4】

図 1 ～図 3 に示した薄膜磁気ヘッドの製造工程における一工程を説明するための断面図である。

【図 5】

図 4 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 6】

図 5 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 7】

図 6 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 8】

図 7 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 9】

図 8 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 0】

図 9 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 1】

図 10 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 12】

図 5 に示した断面構成に対応する平面構成を表す平面図である。

【図 13】

図 6 に示した断面構成に対応する平面構成を表す平面図である。

【図 14】

図 7 に示した断面構成に対応する平面構成を表す平面図である。

【図 15】

図 8 に示した断面構成に対応する平面構成を表す平面図である。

【図 16】

図 9 に示した断面構成に対応する平面構成を表す平面図である。

【図 17】

図 10 に示した断面構成に対応する平面構成を表す平面図である。

【図 18】

図 11 に示した断面構成に対応する平面構成を表す平面図である。

【図 19】

シード層の形成例を説明するための平面構成を表す平面図である。

【図 20】

エッチング速度の照射角度依存性を表す図である。

【図 21】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法の利点を説明するための断面図である。

【図 22】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法に対する比較例としての薄膜磁気ヘッドの製造方法の問題点を説明するための断面図である。

【図 23】

図 21 に示した薄膜磁気ヘッドの構成に関する変形例を表す断面図である。

【図 24】

図 21 に示した薄膜磁気ヘッドの構成に関する他の変形例を表す断面図である

。

【図 2 5】

ライトシールド層の形成方法に関する第 1 の変形例の形成工程における一工程を説明するための断面図である。

【図 2 6】

図 2 5 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 2 7】

図 2 6 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 2 8】

ライトシールド層の形成方法に関する第 2 の変形例の製造工程における一工程を説明するための断面図である。

【図 2 9】

図 2 8 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 3 0】

ライトシールド層の形成方法に関する第 3 の変形例の製造工程における一工程を説明するための断面図である。

【図 3 1】

図 1 に示した薄膜磁気ヘッドの工程に関する変形例を表す断面図である。

【符号の説明】

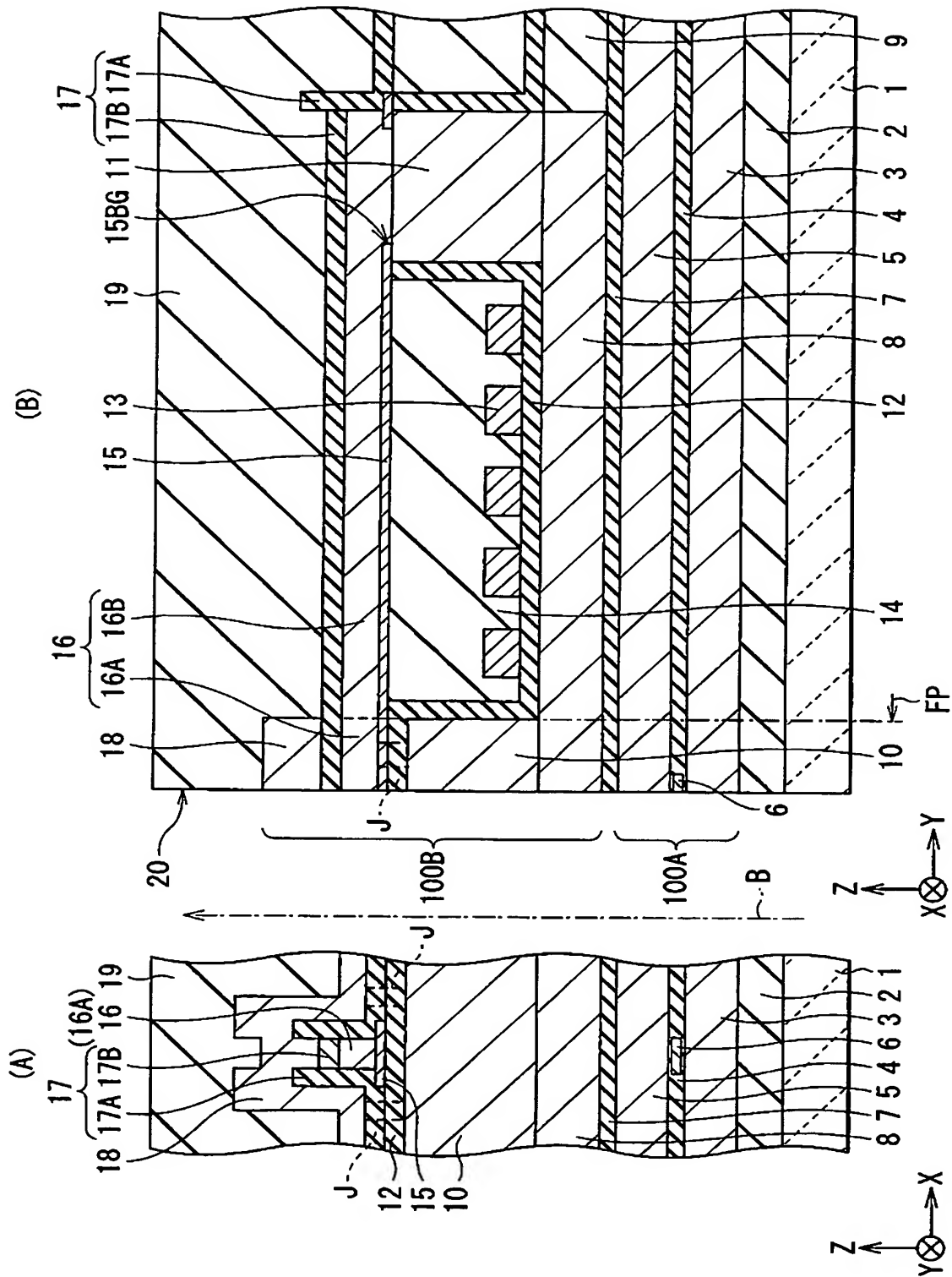
1…基板、2, 9, 12, 14…絶縁層、3…下部シールド層、4…シールドギャップ膜、5…上部シールド層、6…MR素子、7…分離層、8…リターンヨーク層、10…補助リターンヨーク層、11…ヨーク層、13…薄膜コイル、15, 25, 35…シード層、15BG…バックギャップ、15Z…前駆シード層、16…磁極層、16A…先端部、16B…後端部、17…ギャップ層、17A, 17B…ギャップ層部分、18…ライトシールド層、18A, 18B…ライトシールド層部分、19…オーバーコート層、20…エアベアリング面、31, 32…フォトリジスト層、31P, 31ZP…対応部分、31Z…前駆フォトリジスト層、33, 34…フレームパターン、40…ウェハ、50…リード層、100A…再生ヘッド部、100B…記録ヘッド部、B…媒体進行方向、FP…フレア

ポイント、M 1, M 2…平坦面、T…磁極形成予定領域、T N…磁極先端形成予定領域、 θ …照射角度。

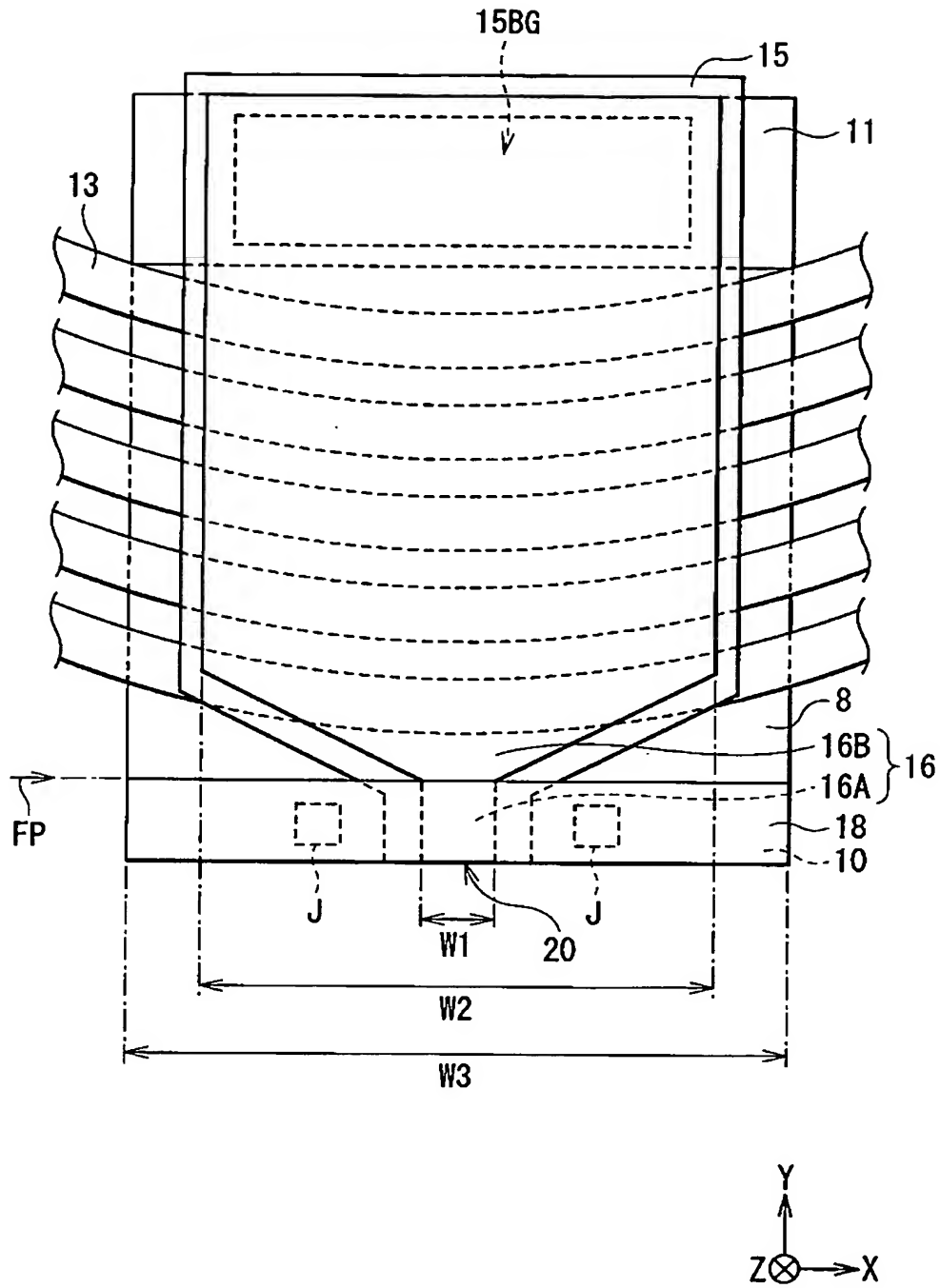
【書類名】

図面

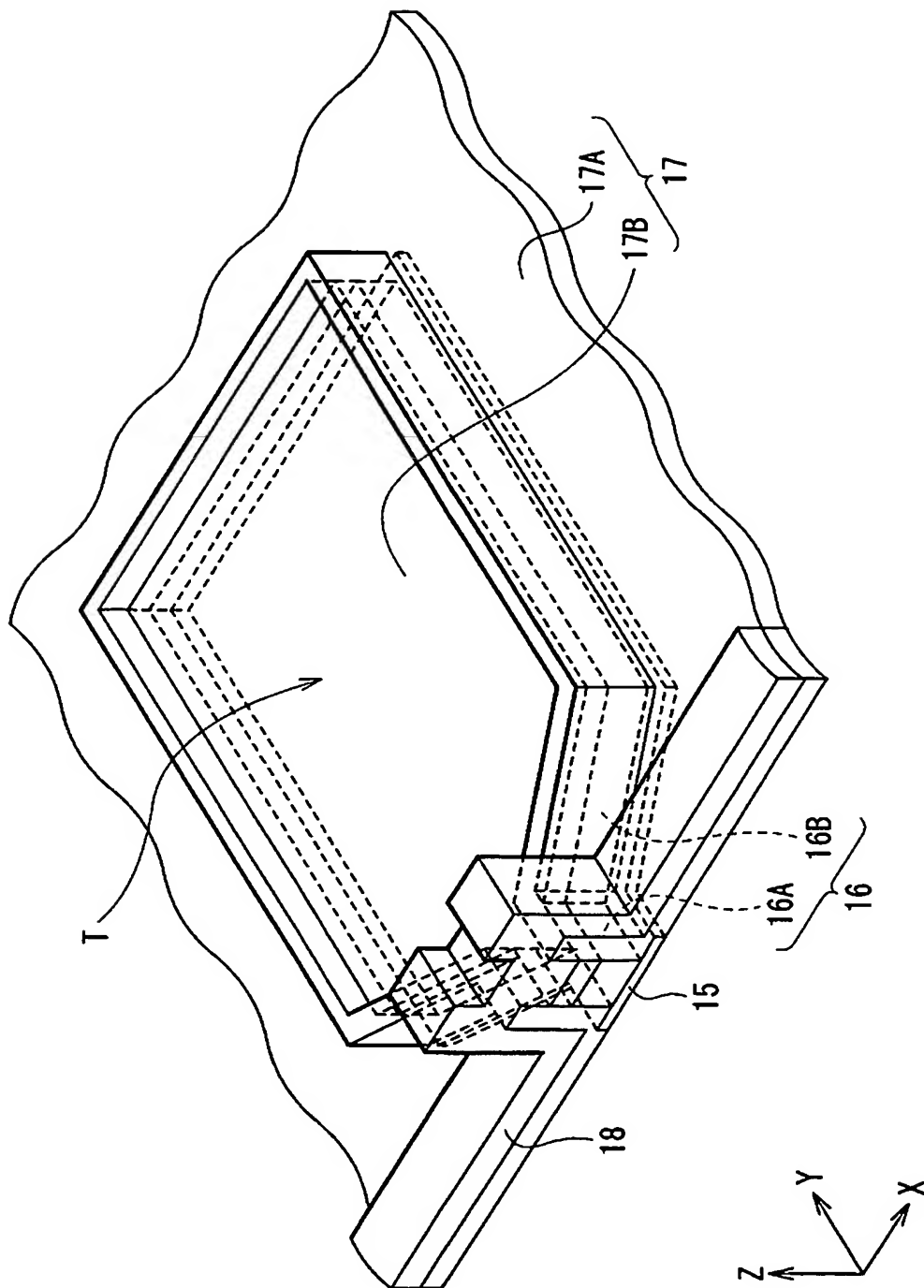
【図 1】



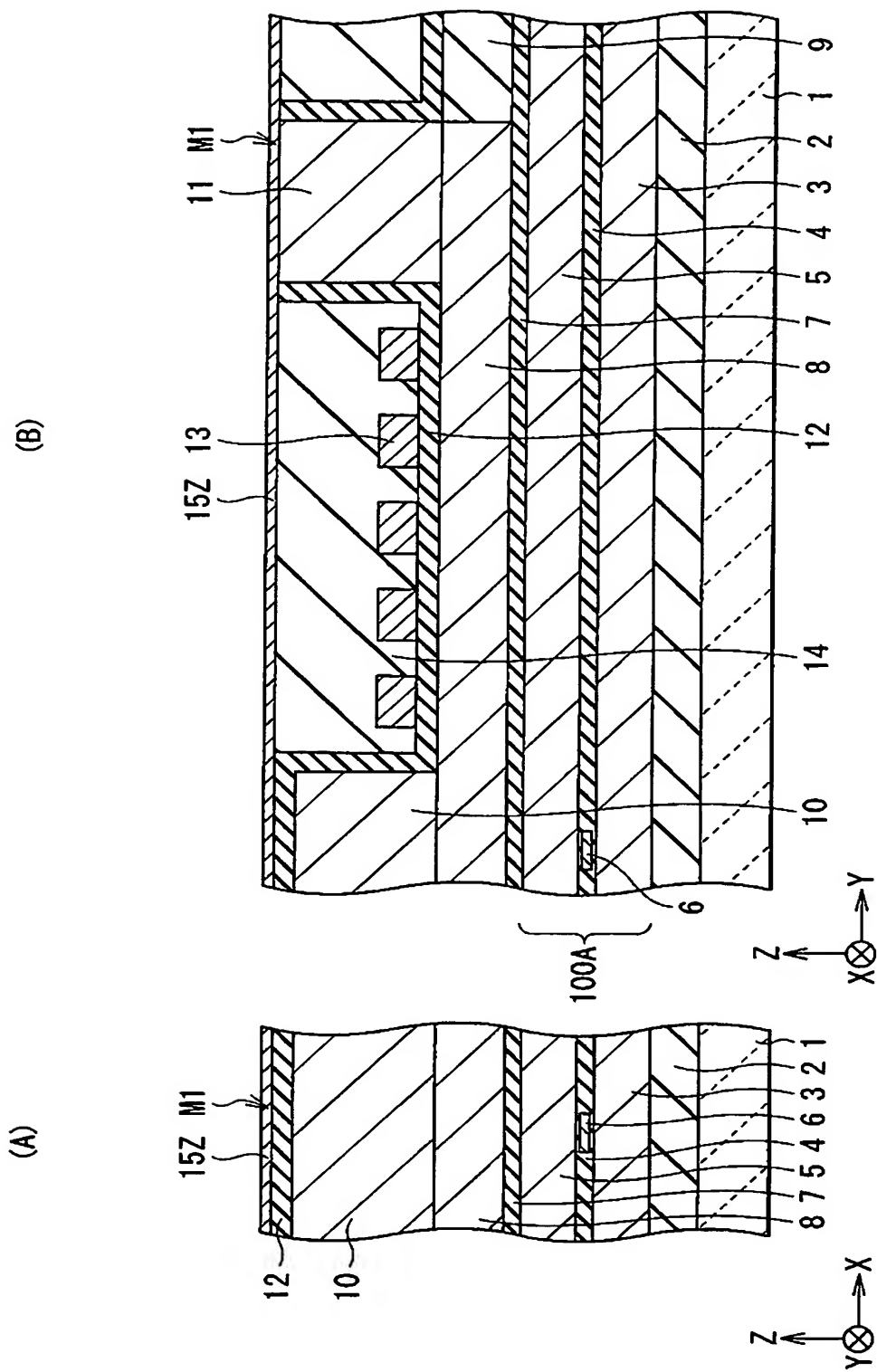
【図 2】



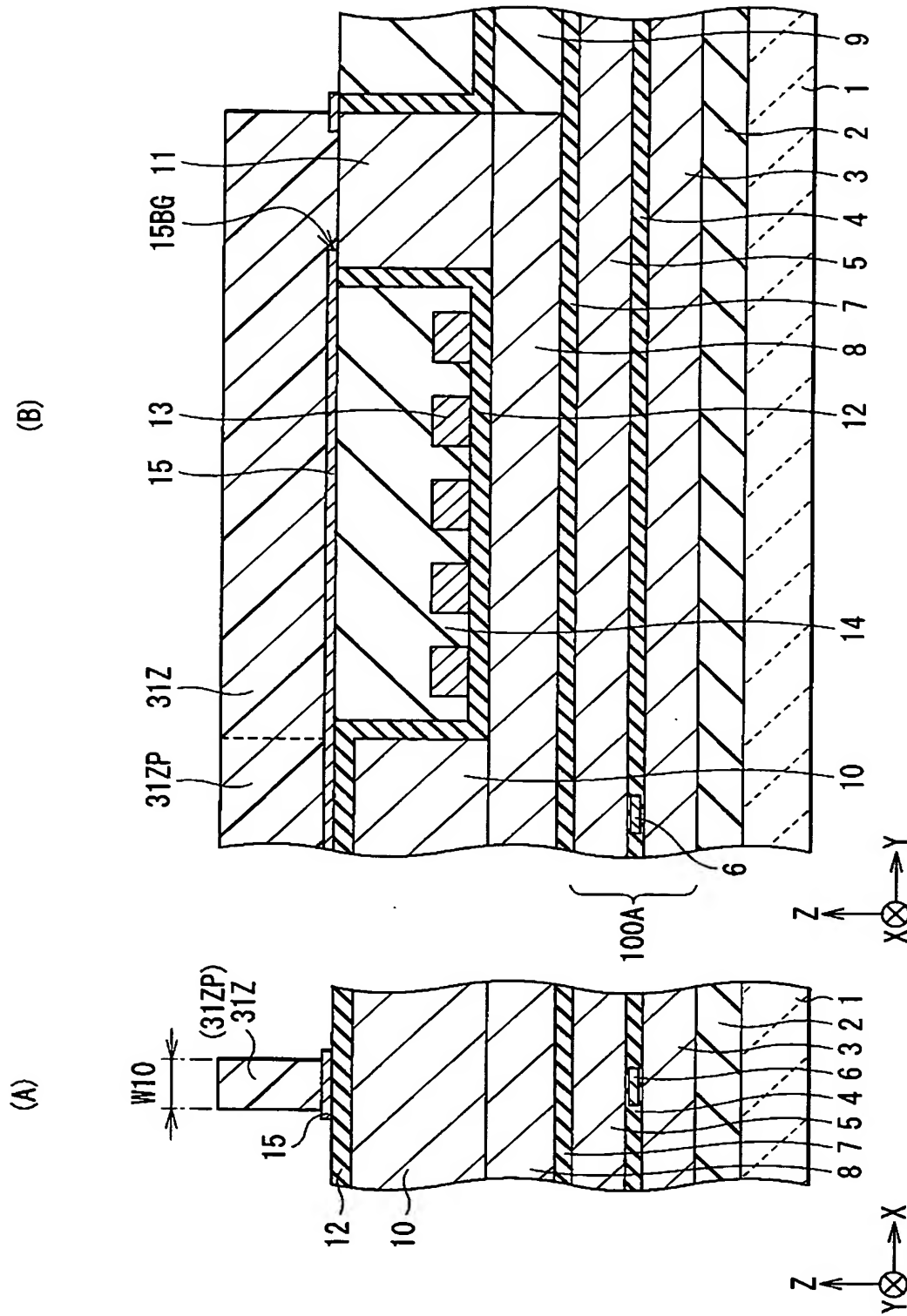
【図 3】



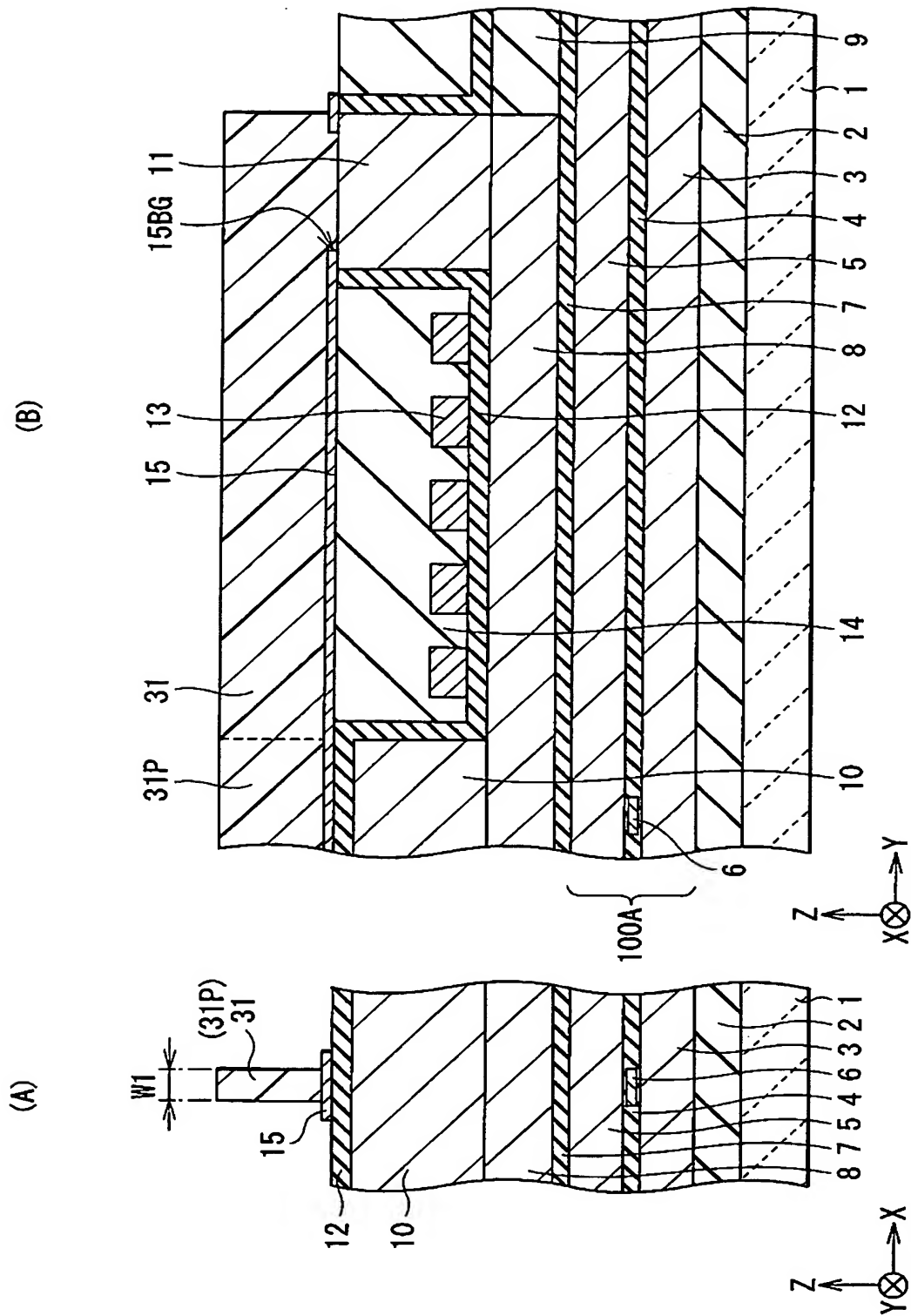
【図 4】



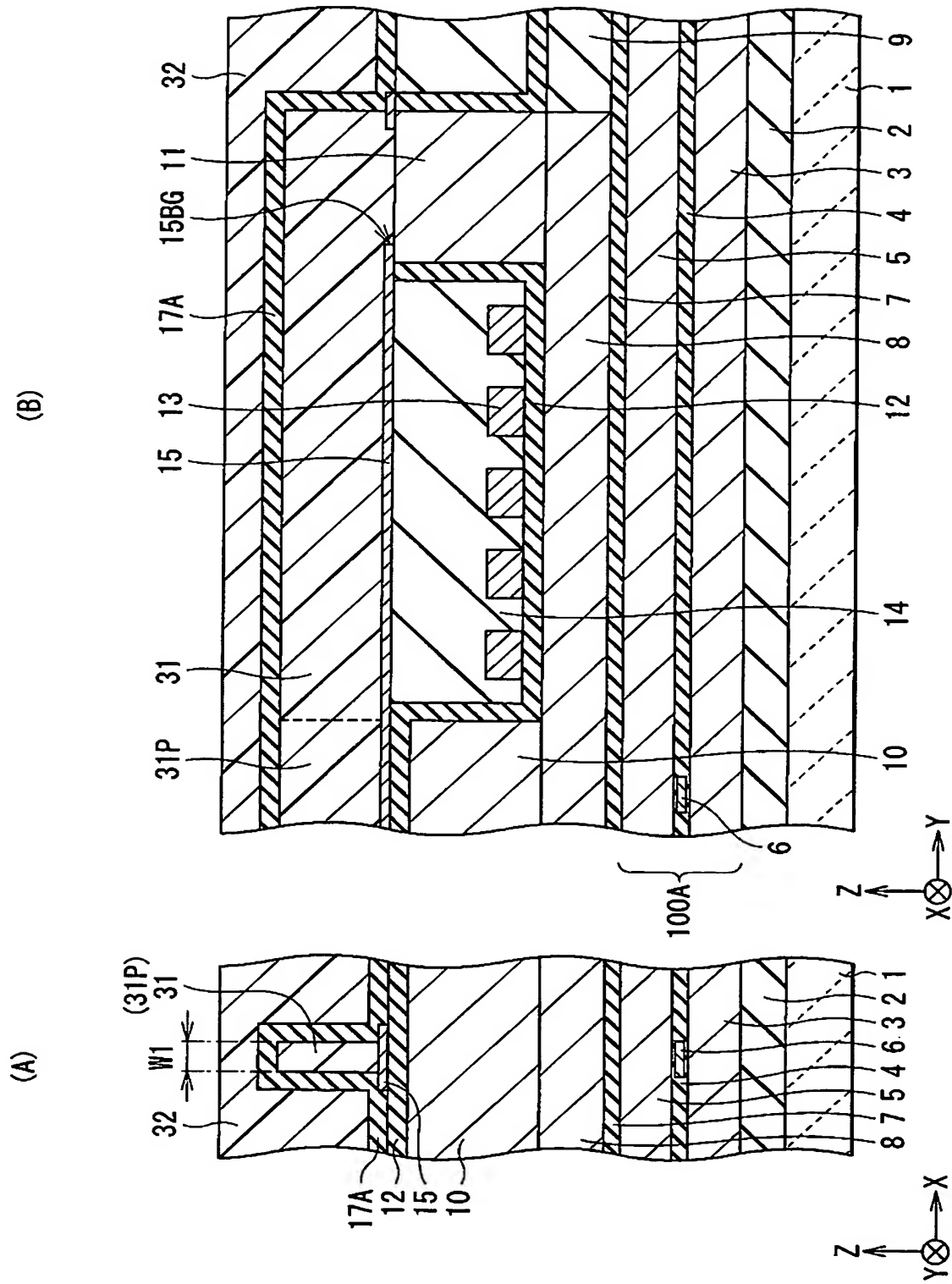
【図 5】



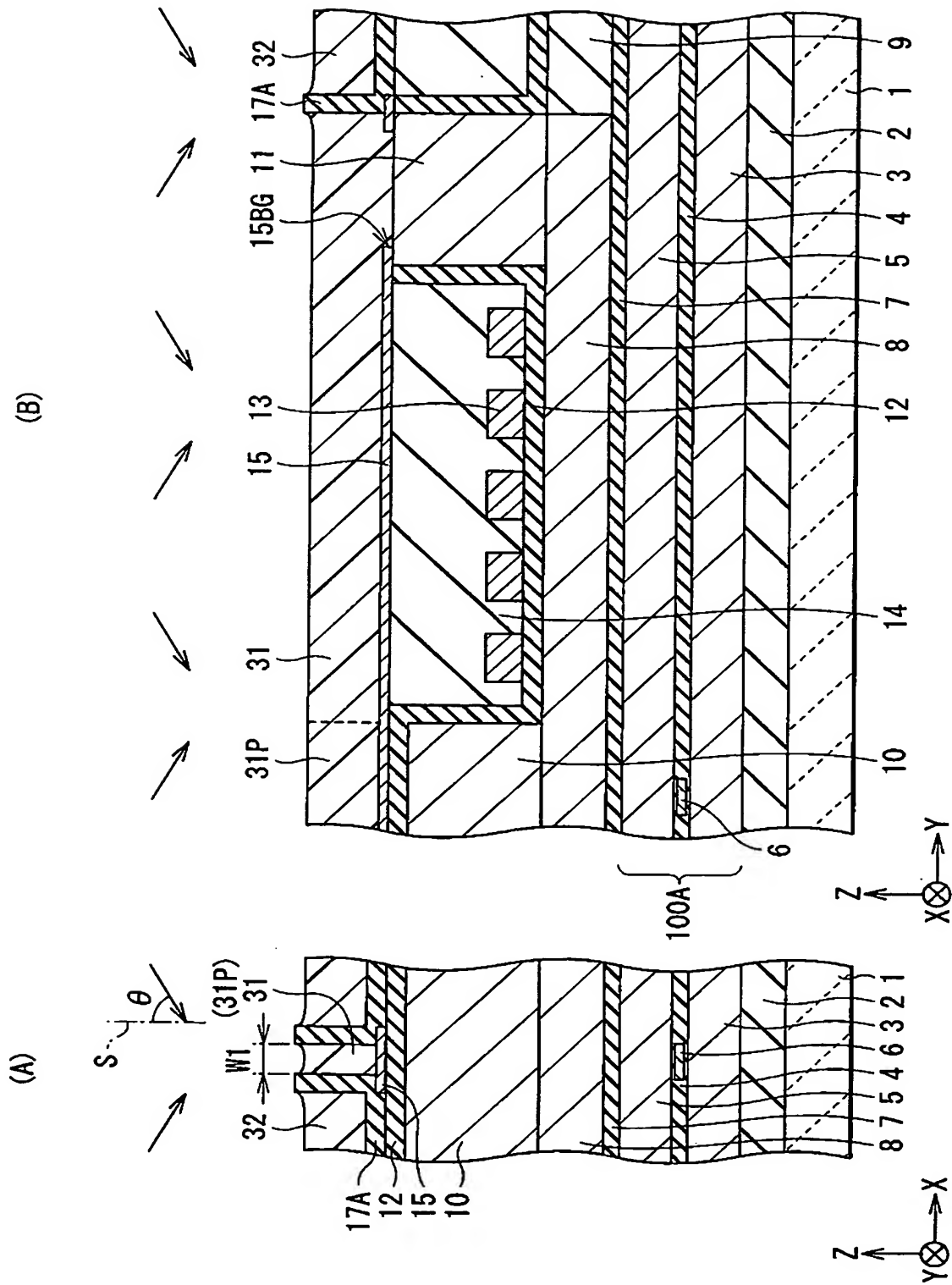
【図 6】



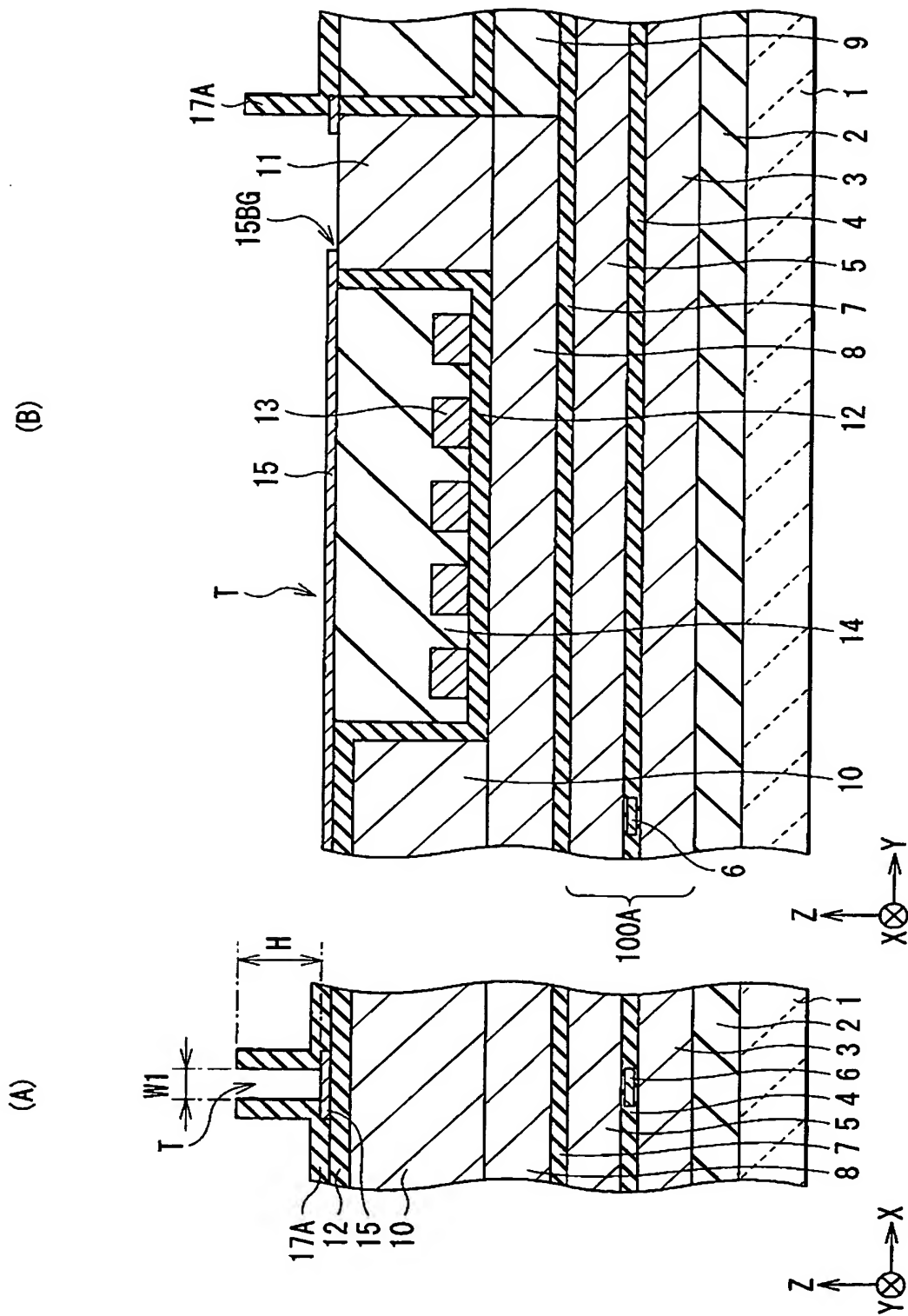
【図 7】



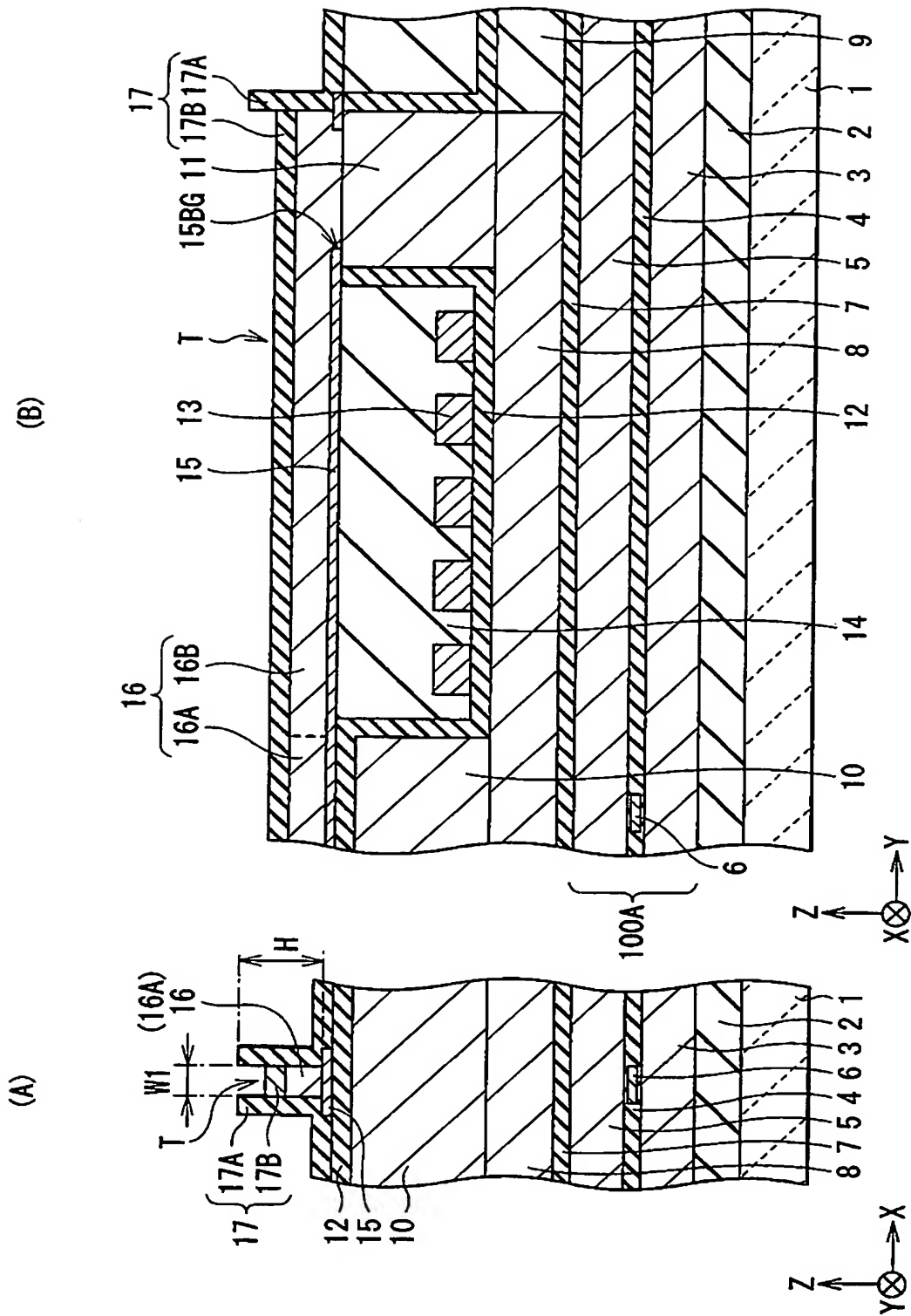
【図 8】



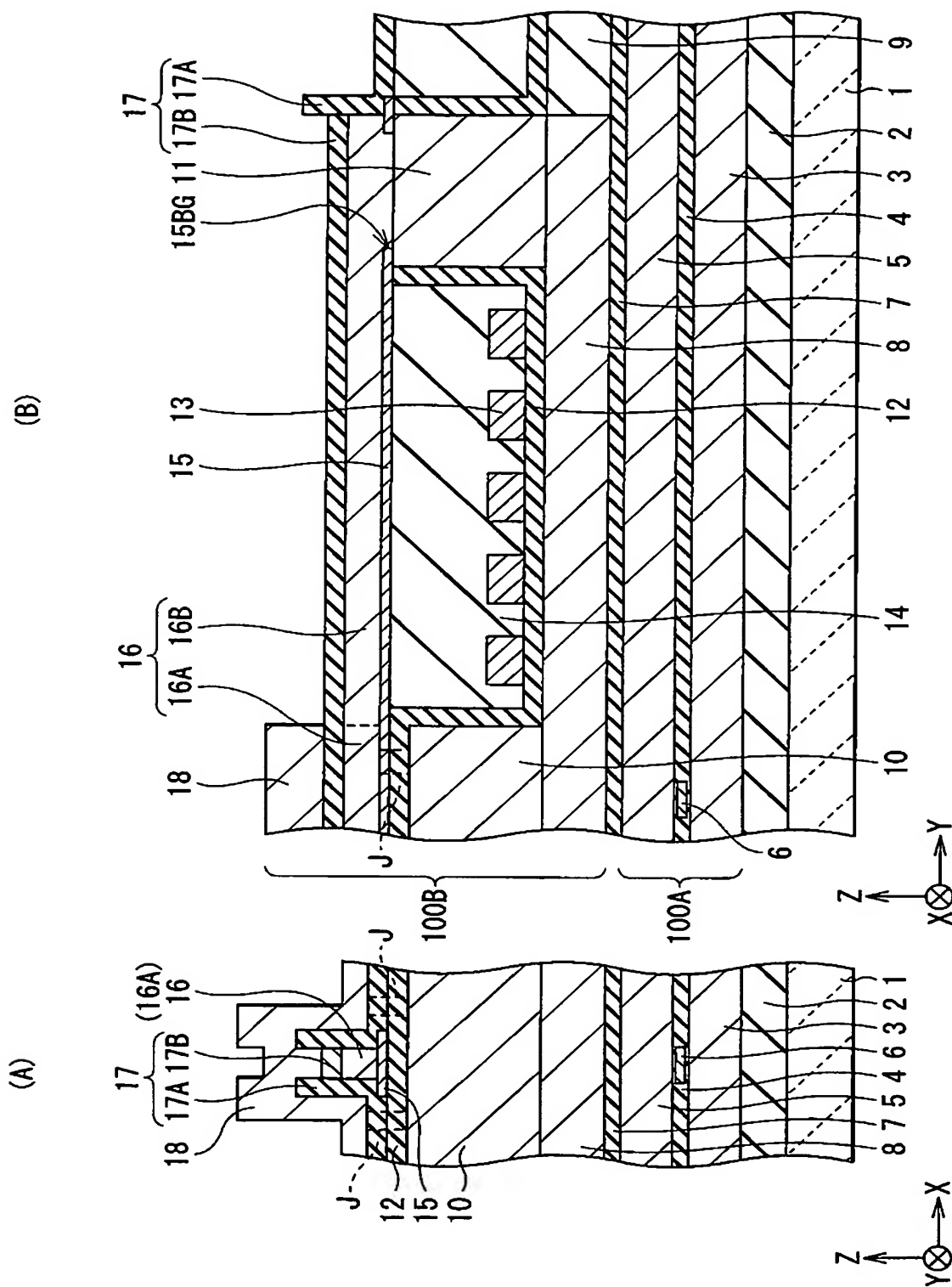
【図 9】



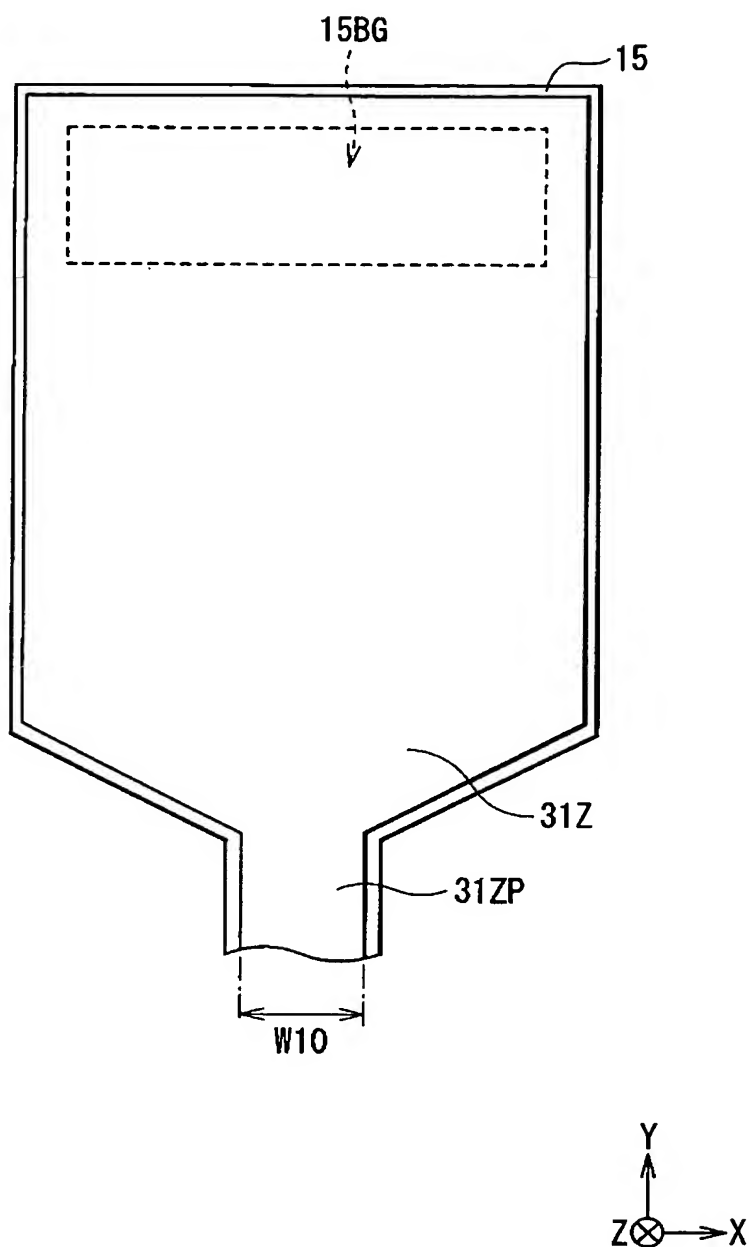
【図 10】



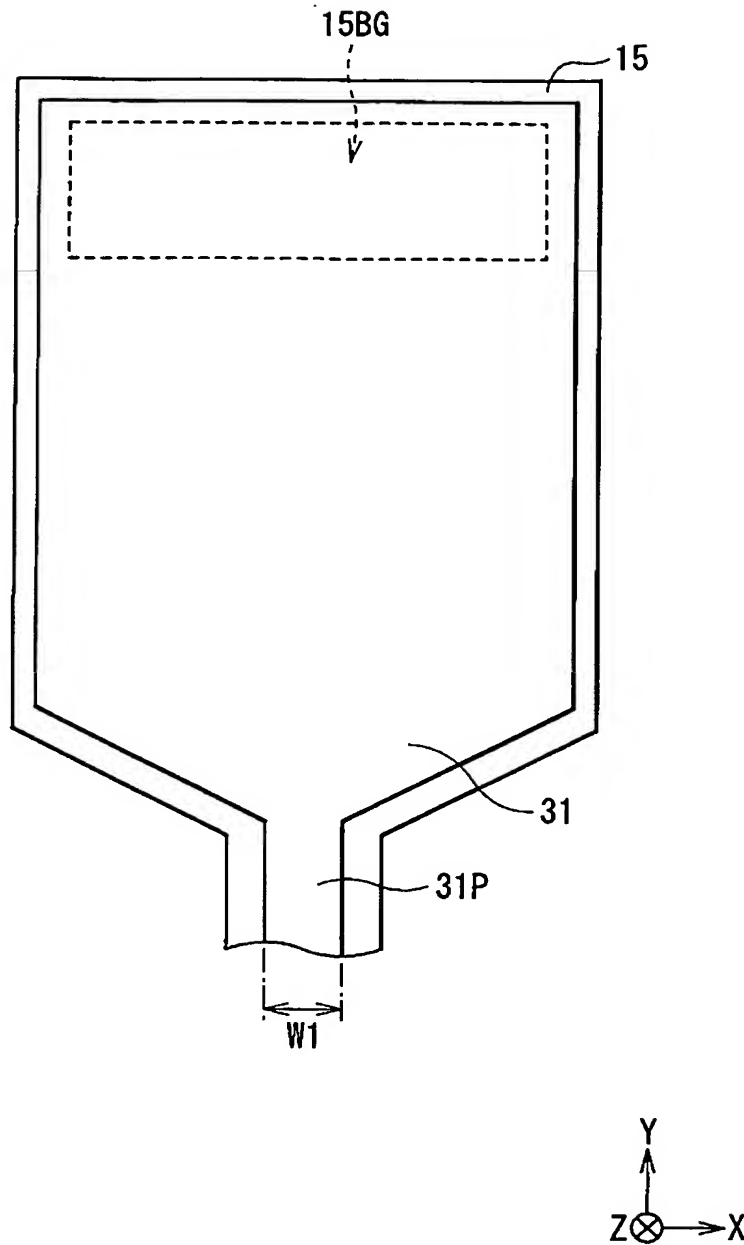
【図 11】



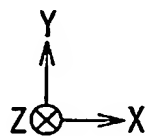
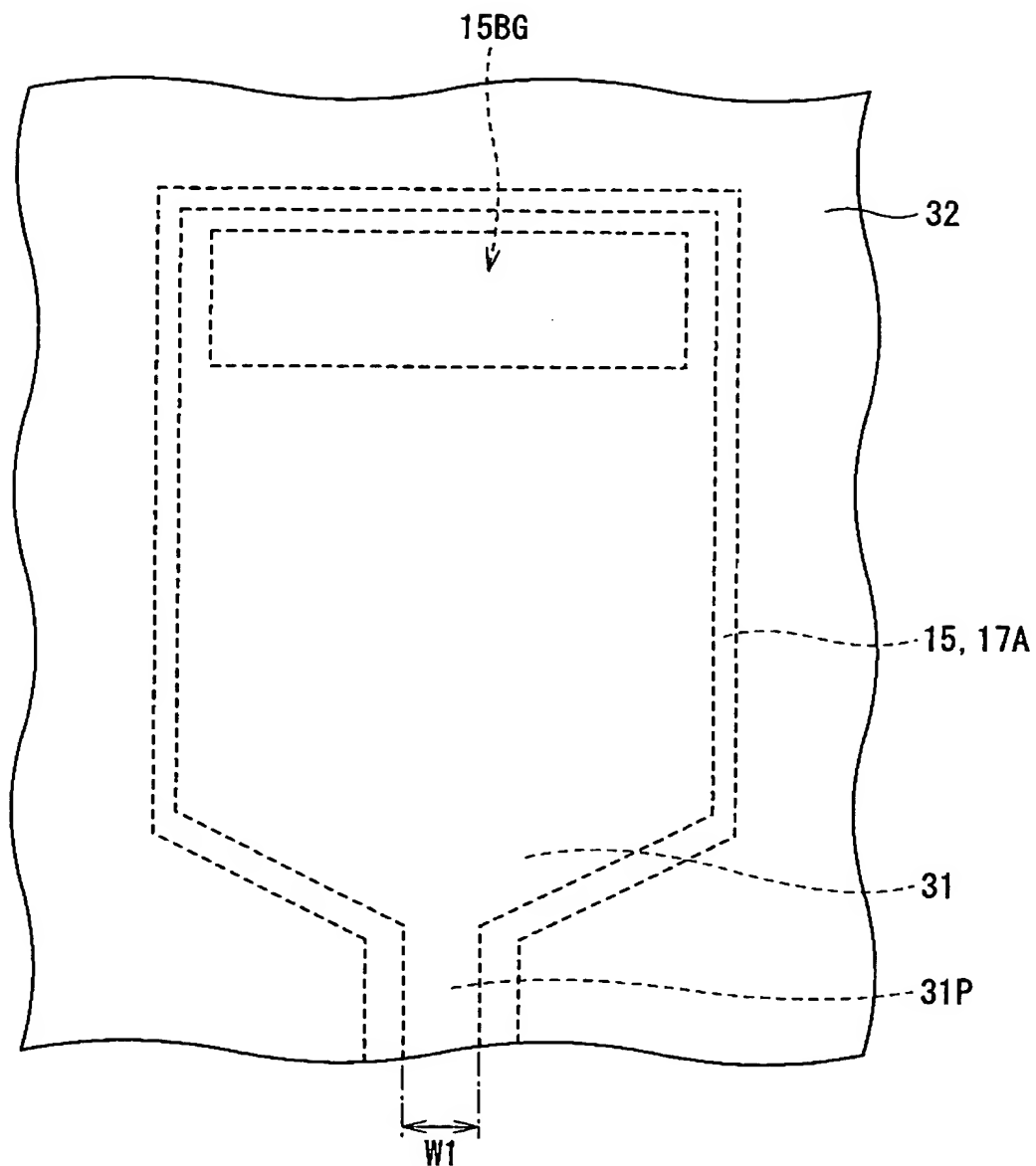
【図 12】



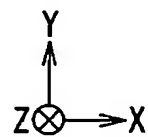
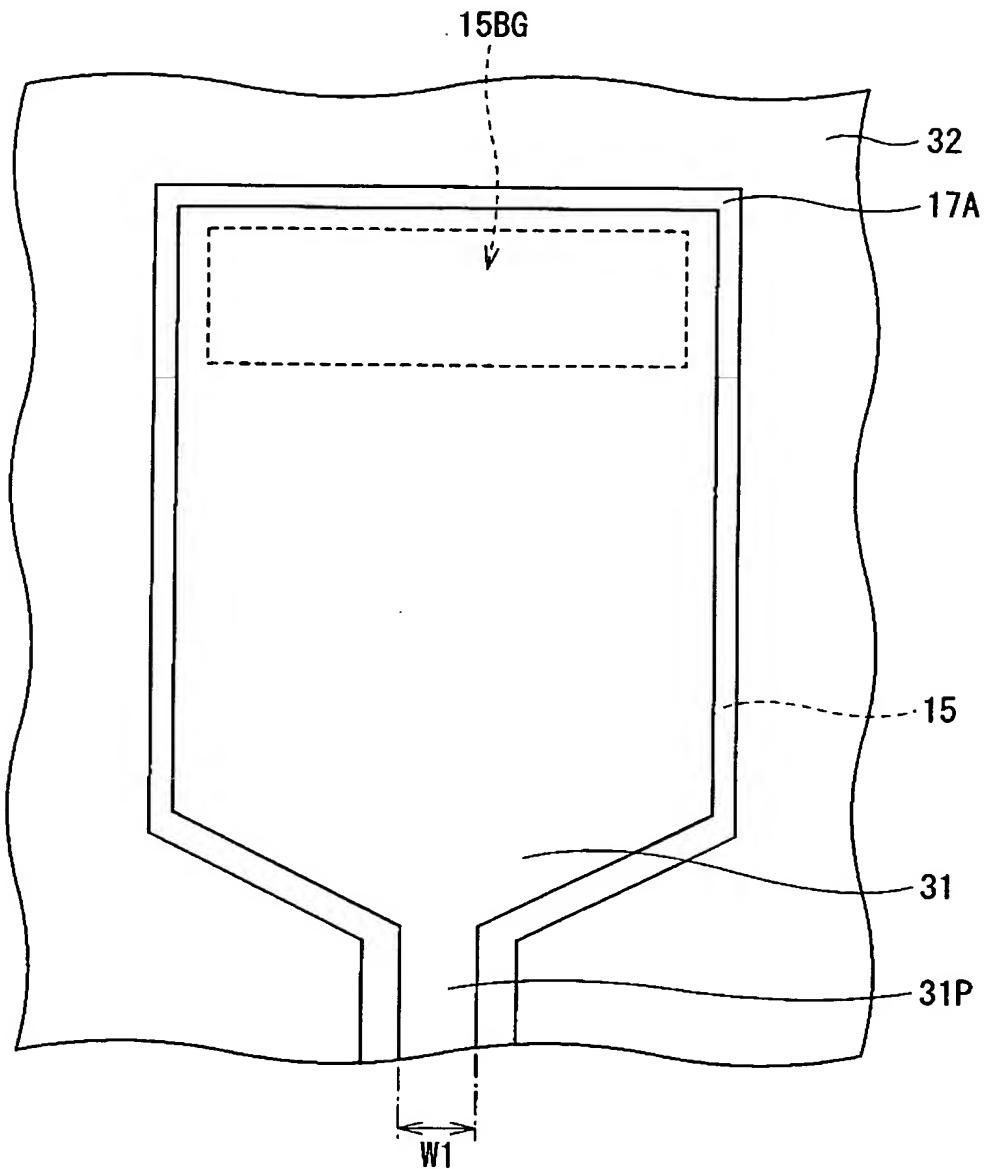
【図 13】



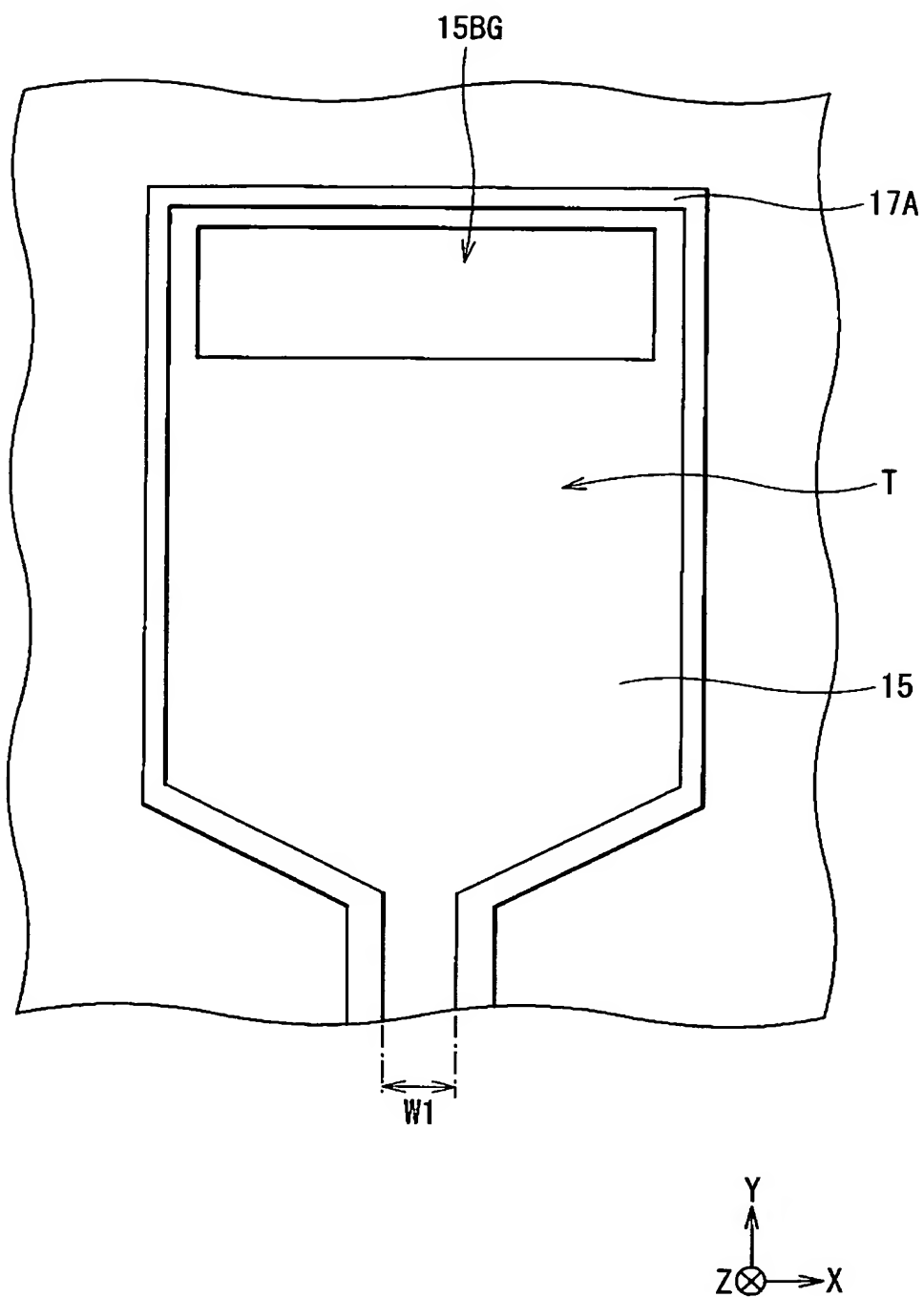
【図 14】



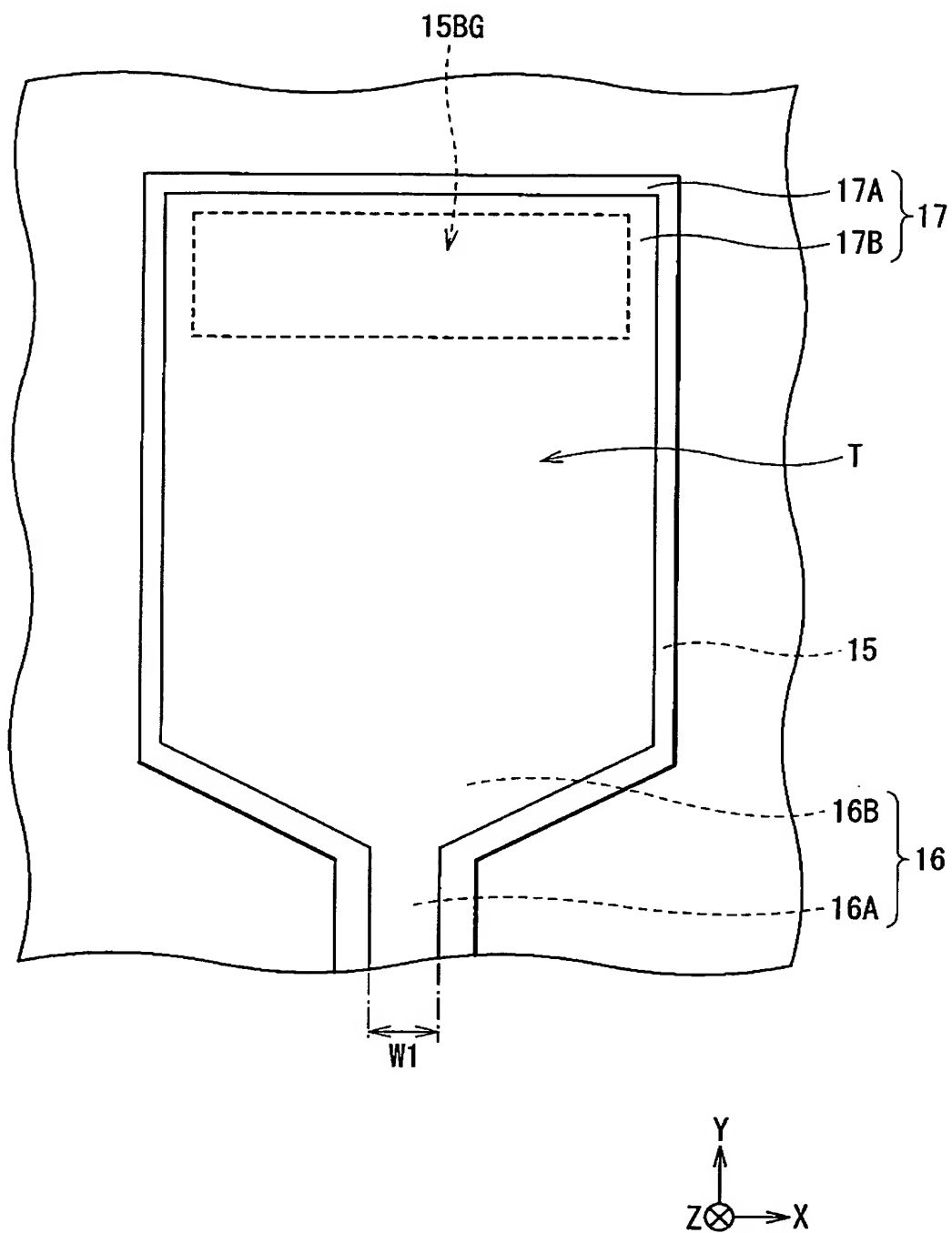
【図 15】



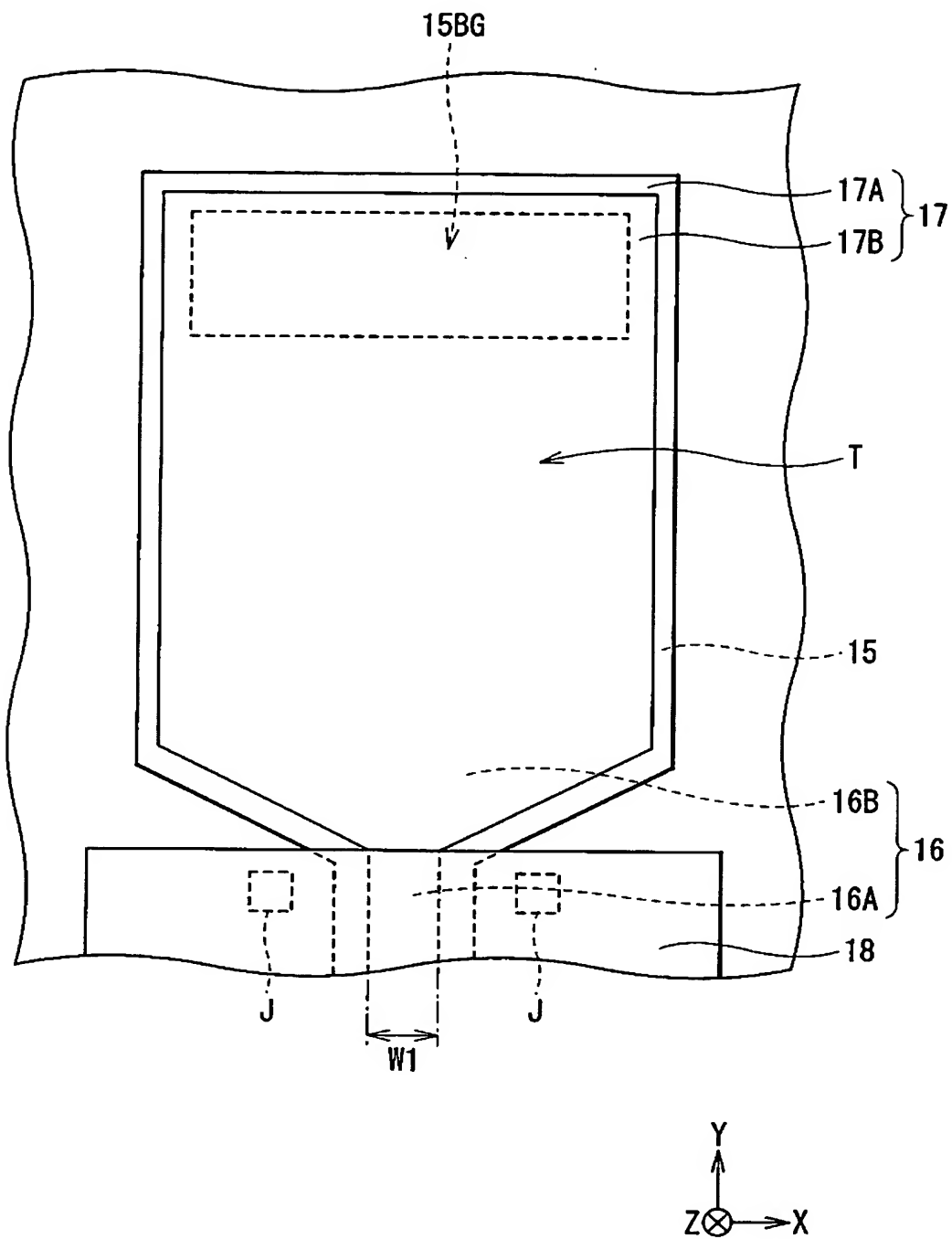
【図 16】



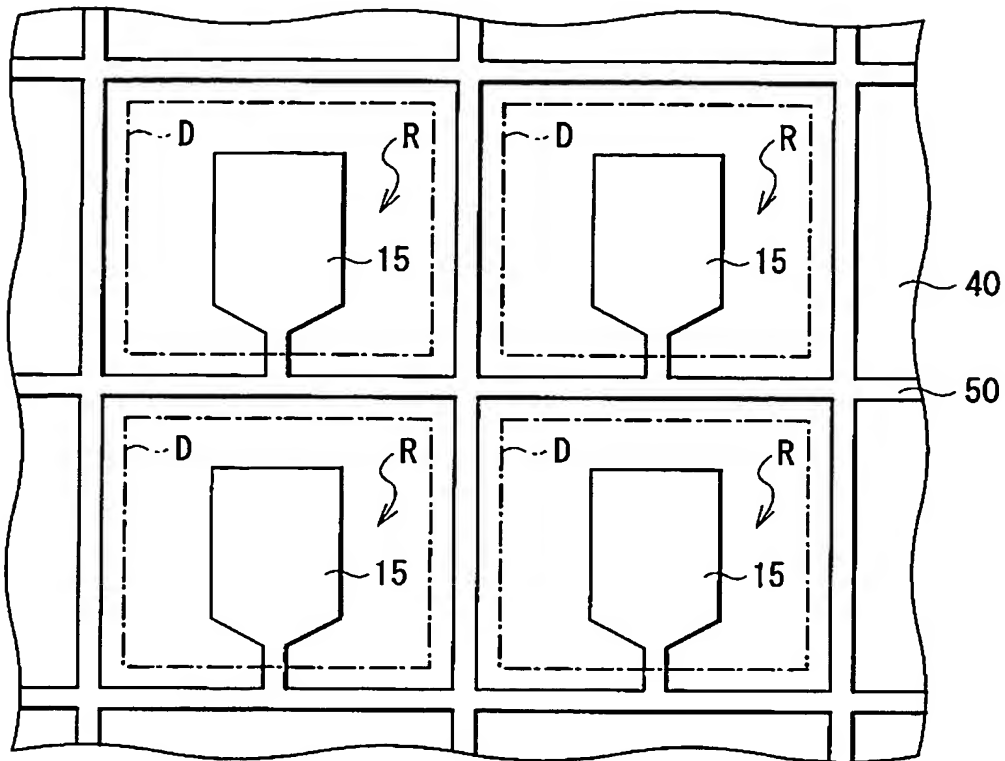
【図 17】



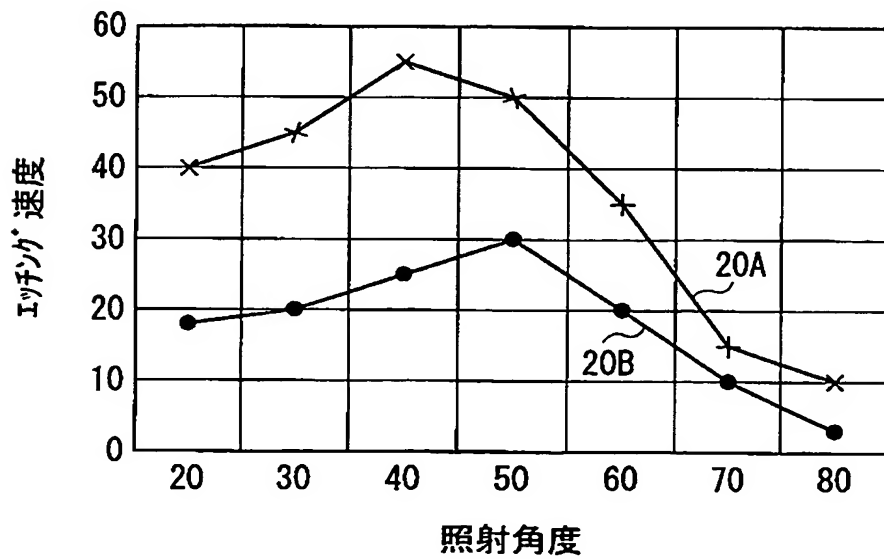
【図 18】



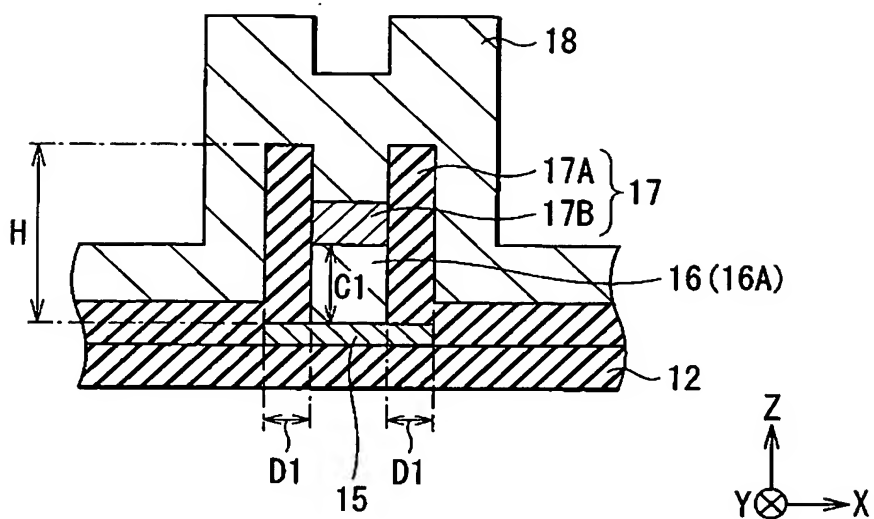
【図 19】



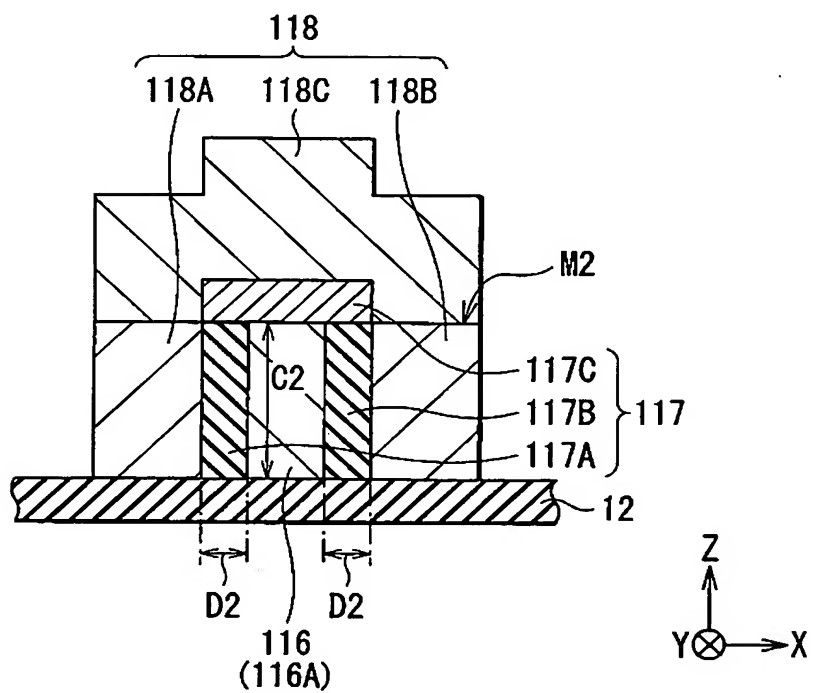
【図 20】



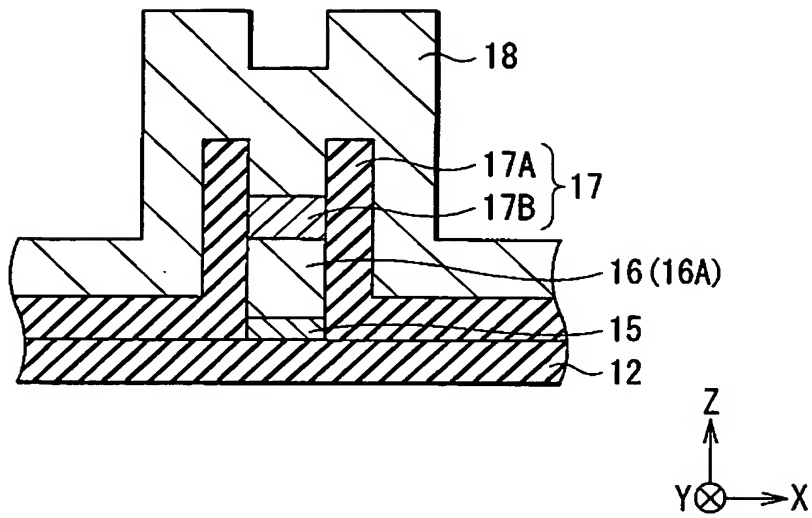
【図 2 1】



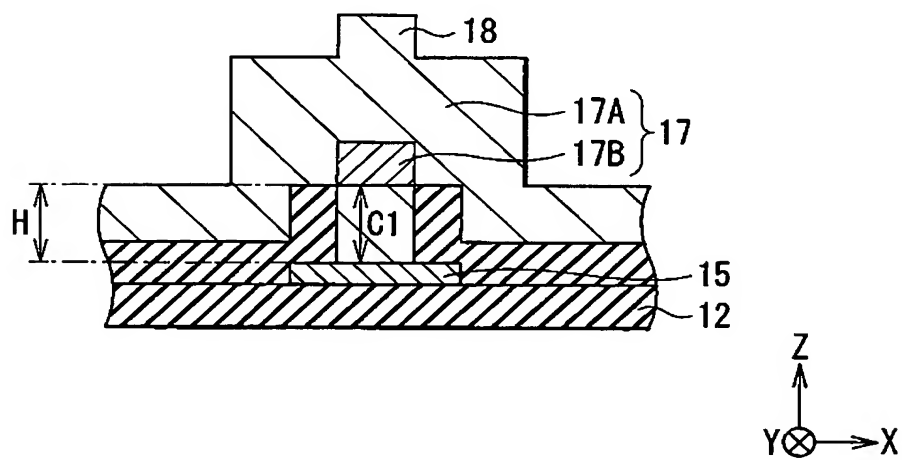
【図 2 2】



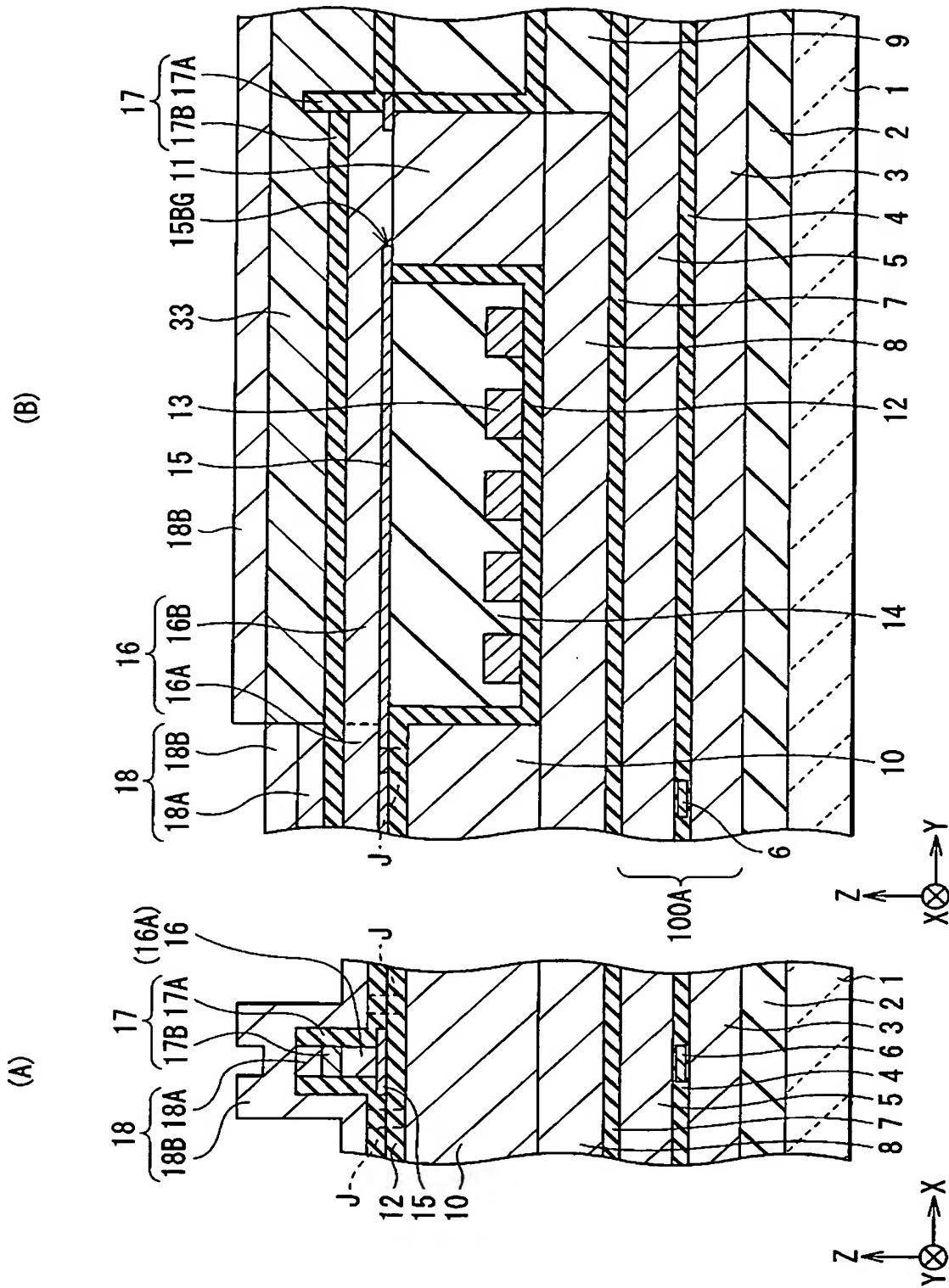
【図 2 3】



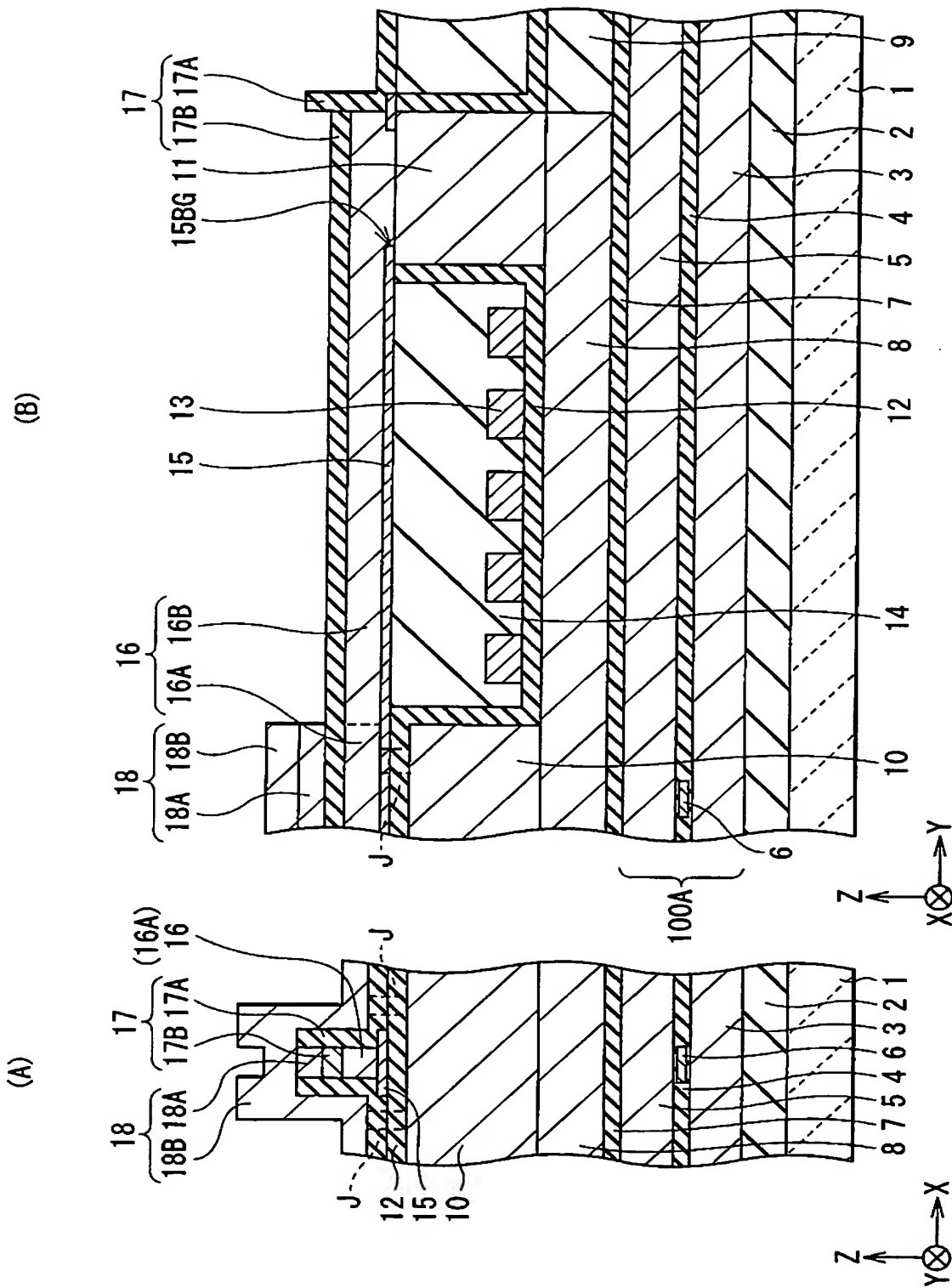
【図 2 4】



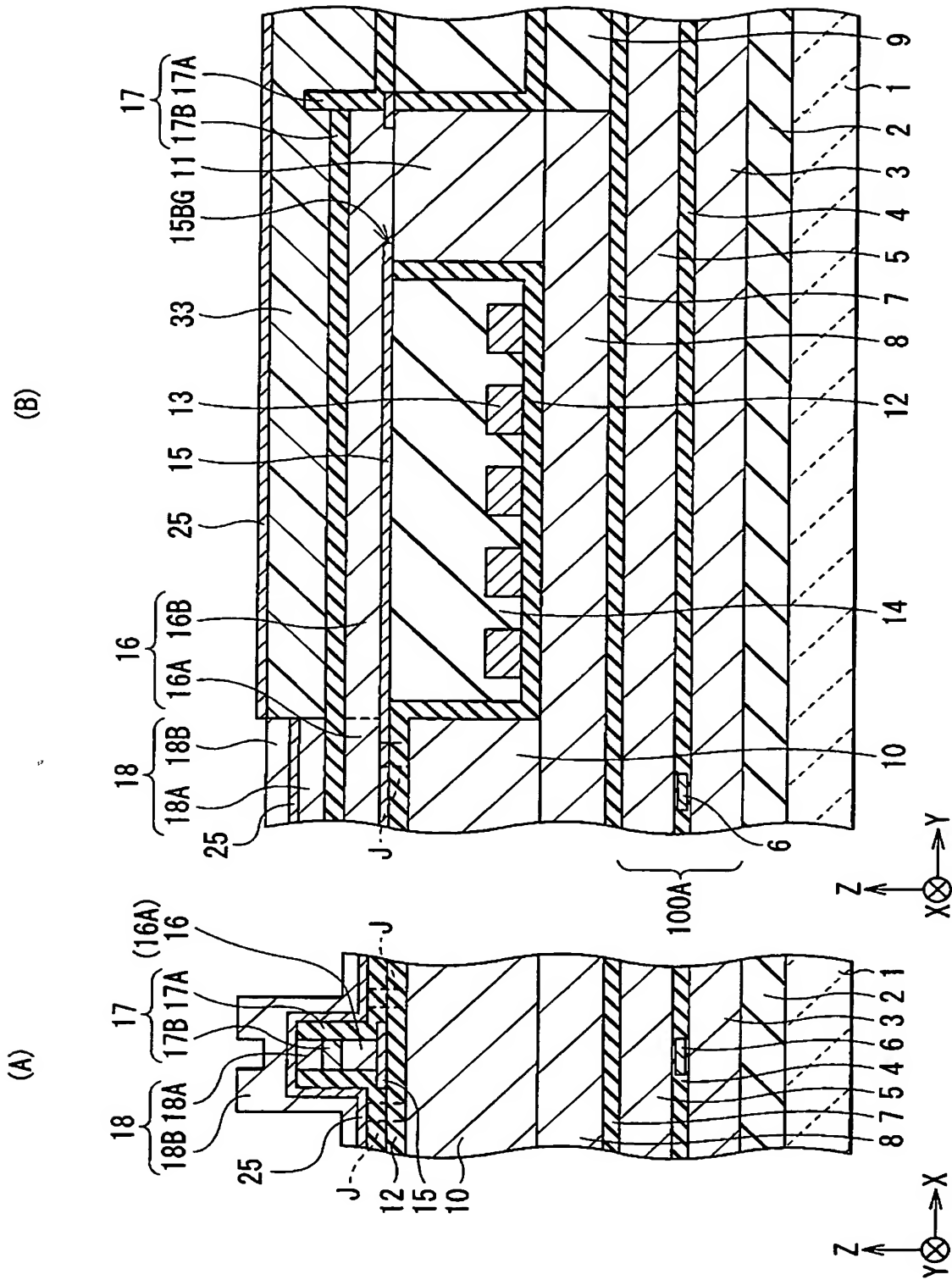
【図 26】



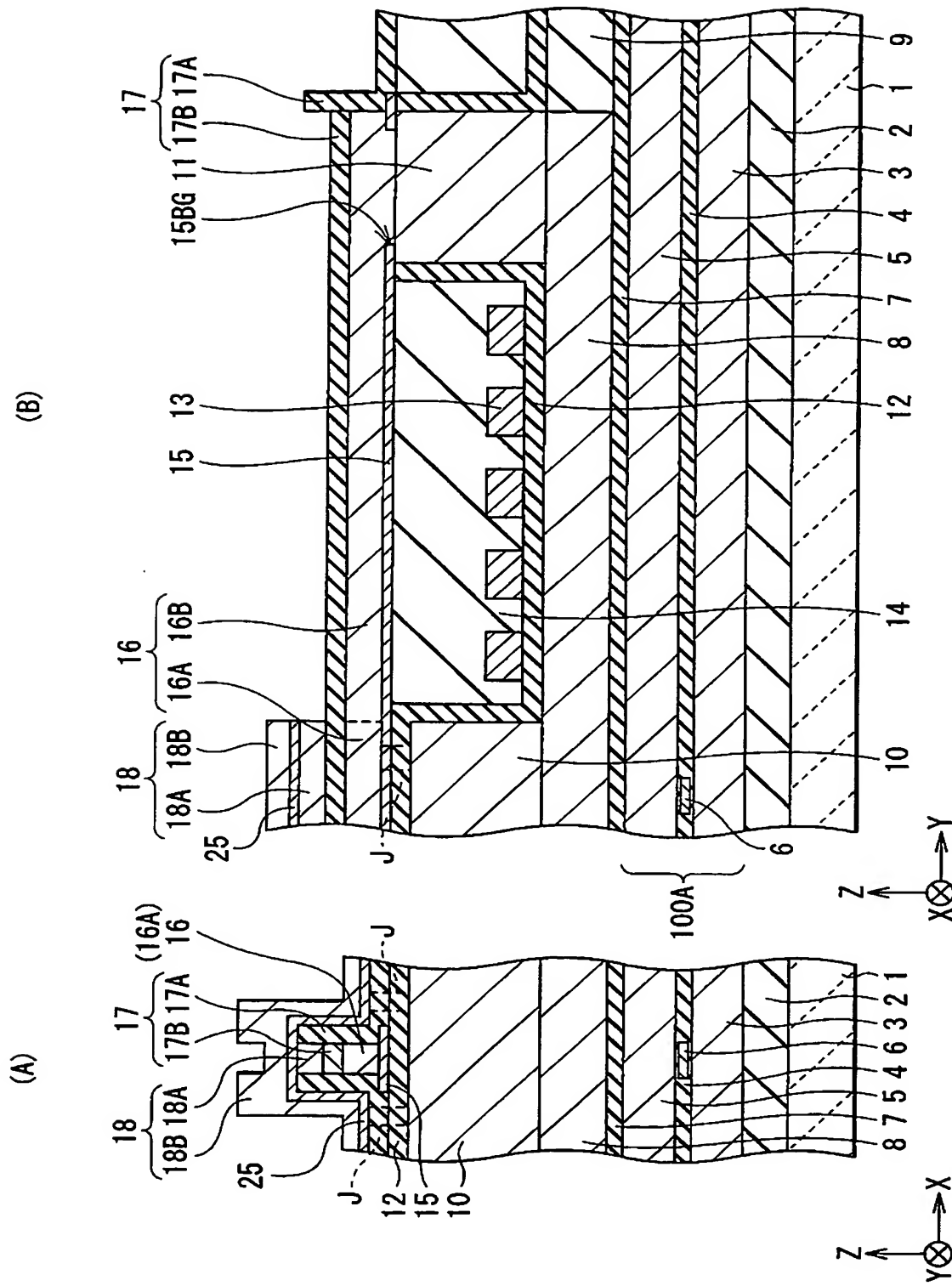
【図 27】



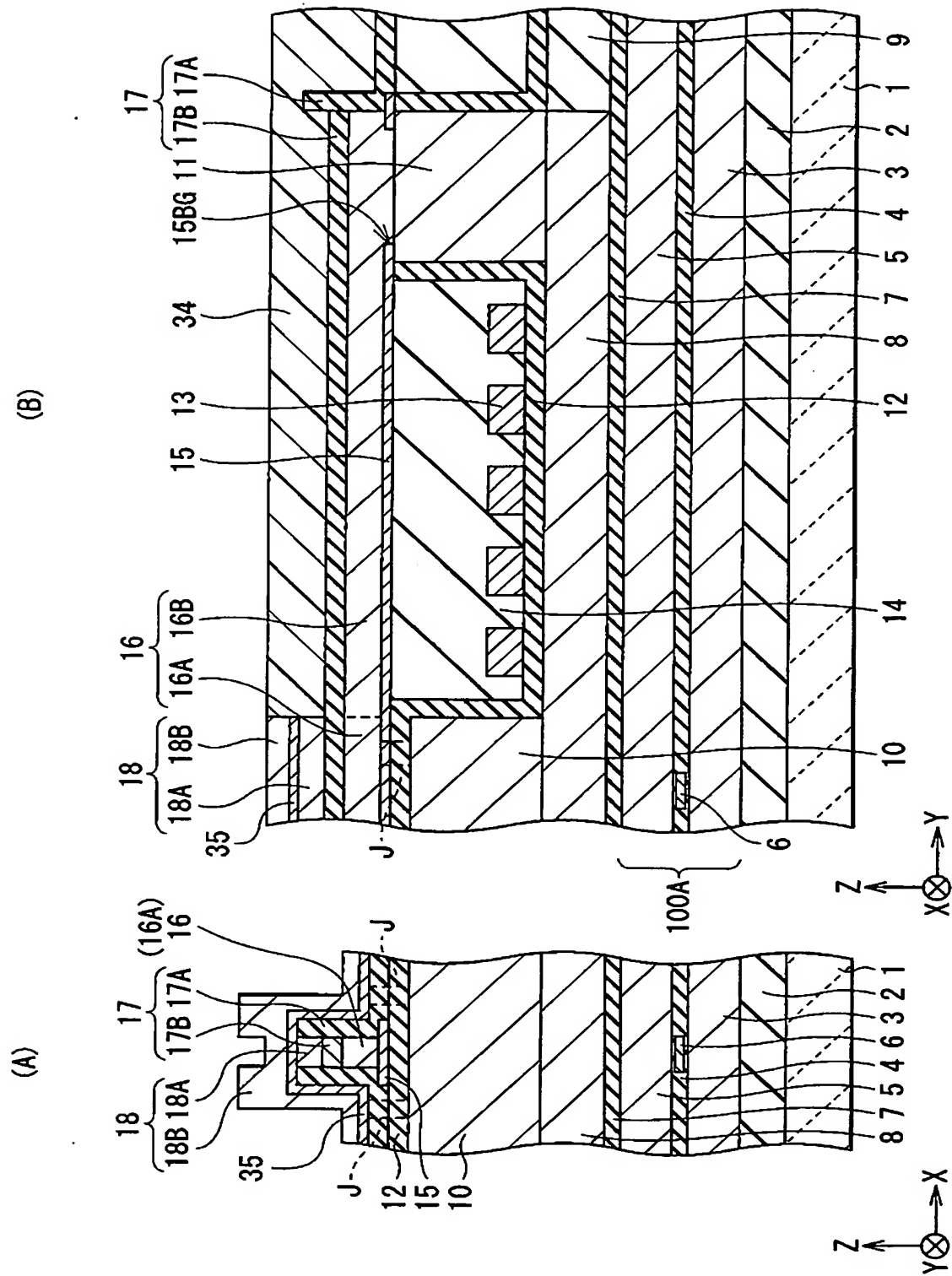
【図 28】



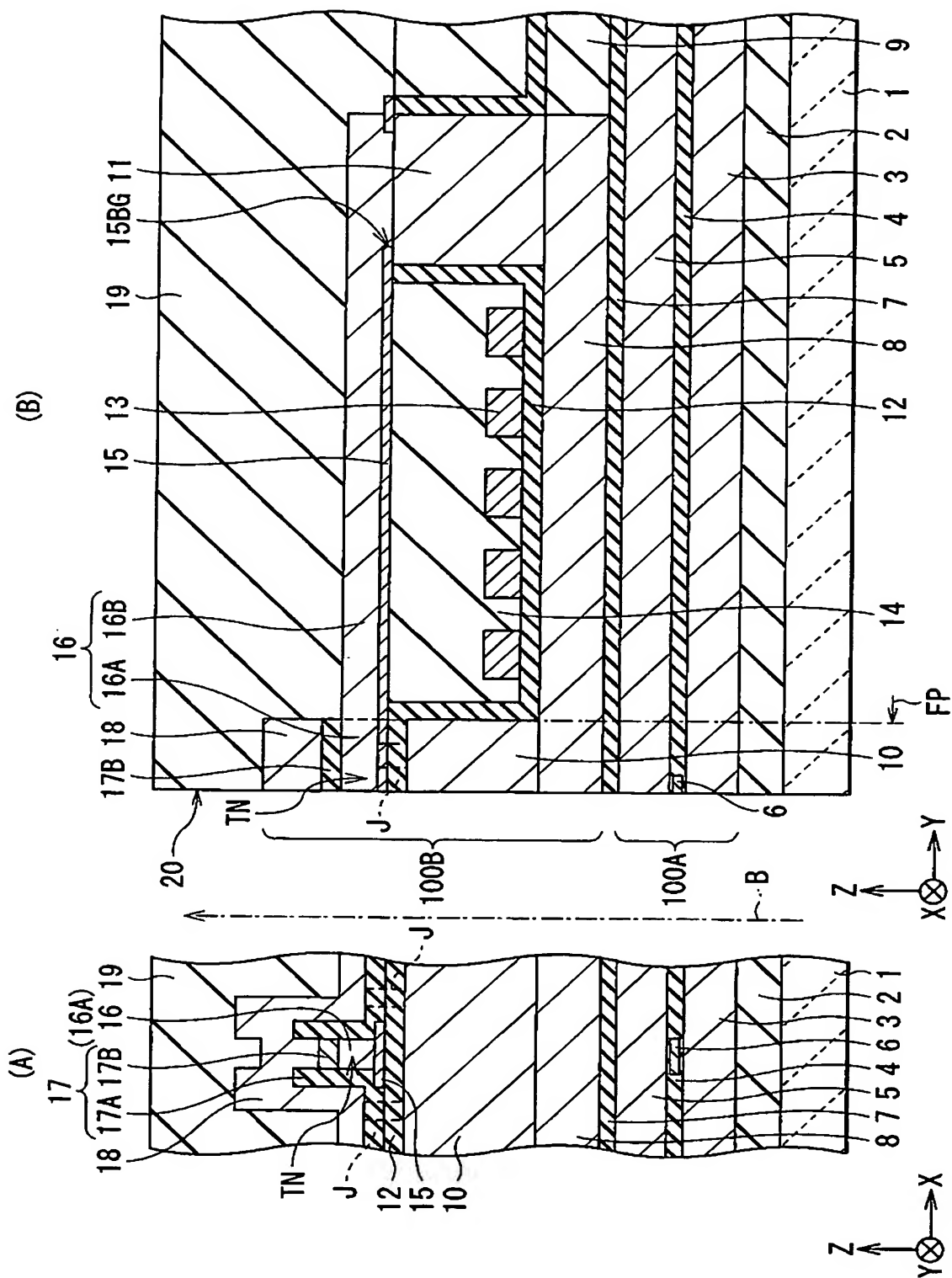
【図 29】



【図 30】



【図 31】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 媒体流出方向と2つの側方向との3方向から磁極層を囲い込むように磁気遮蔽層が配設された薄膜磁気ヘッドを容易かつ高精度に製造することが可能な薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 ギャップ層部分17Aにより囲まれた磁極形成予定領域Tに磁極層16およびギャップ層部分17Bを形成し、これらのギャップ層部分17A、17Bにより磁極層16を覆ったのち、ギャップ層部分17A、17B上に、磁極層16を3方向（トレーリング方向および2つの側方向）から囲い込むようにライトシールド層18を形成する。記録特性に影響を及ぼす磁極層16とライトシールド層18との間のギャップ間隔D1がギャップ層部分17Aの形成厚さに基づいて規定されるため、フォトリソグラフィ技術のパターン精度に基づいて規定される場合とは異なり、ギャップ間隔D1が高精度に制御される。

【選択図】 図21



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-096742
受付番号	50300535507
書類名	特許願
担当官	塩野 実 2151
作成日	平成15年 4月11日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	500393893
【住所又は居所】	香港新界葵涌葵豊街38-42号 新科工業中心
【氏名又は名称】	新科實業有限公司

【代理人】

申請人

【識別番号】	100109656
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿1丁目9番5号 大台ビル2階 翼国際特許事務所
【氏名又は名称】	三反崎 泰司

【代理人】

【識別番号】	100098785
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿1丁目9番5号 大台ビル2階 翼国際特許事務所
【氏名又は名称】	藤島 洋一郎

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 9 6 7 4 2

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[5 0 0 3 9 3 8 9 3]

1. 変更年月日

2 0 0 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

香港新界葵涌葵豐街 3 8 - 4 2 號 新科工業中心

氏 名

新科實業有限公司